

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Grado***

**Diseño de Filtros regenerativos**

**Para acceder al Título de Grado en**

**INGENIERÍA MARÍTIMA**

**Autor: Mario Pérez Santana**

**Director: Luis Miguel Muñiz González**

**Junio - 2021**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Grado*

**Diseño de filtros regenerativos**

---

**Regenerative filter desing**

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA MARÍTIMA**

**JUNIO – 2021**

**AVISO DE RESPONSABILIDAD:**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros, La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.

## Índice

1. Resumen.....	7
1.1. Abstract.....	7
1.2. Palabras clave.....	7
2. Introducción.....	8
2.1. Introducción a la filtración.....	9
2.2. Tipos de filtros.....	9
3. Descripción del producto.....	13
3.1. Descripción general de la máquina.....	13
3.2. Descripción detallada de los componentes.....	15
3.2.1. Cúpula superior, Parte 1.....	15
3.2.1.1. Cálculo de cúpulas en depósitos.....	15
3.2.2. Cálculo del espesor del depósito, referido al cálculo de tubos cerrados sometidos a presión.....	16
3.2.3. Brida.....	21
3.2.4. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la cúpula superior Parte 1 de un filtro D1000.....	23
3.2.5. Parte intermedia, Parte 2.....	24
3.2.5.1. Tubos y conexiones de entrada y salida de la parte intermedia.....	24
3.2.5.2. Sistema de sujeción del aspirador.....	24
3.2.5.3. Angulares de alas iguales.....	25
3.2.5.4. Patas de sujeción de la máquina.....	25
3.2.5.5. Apoyos placa inferior.....	26
3.2.5.6. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la parte intermedia Parte 2 de un filtro D1000.....	26
3.2.6. Cúpula inferior. Parte 3.....	27
3.2.6.1. Cálculo de cúpulas en depósitos.....	27
3.2.6.2. Tubos y conexiones de entrada y salida de la parte intermedia.....	28
3.2.6.3. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la cúpula inferior Parte 3 de un filtro D1000.....	29
3.2.7. Junta.....	30
3.2.7.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la junta de un filtro D1000.....	30
3.2.8. Placa superior.....	31
3.2.8.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la placa de un filtro D1000.....	31
3.2.9. Pulverizador.....	32
3.2.9.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de un pulverizador de un filtro D1000.....	32
3.2.10. Placa inferior.....	33
3.2.10.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la placa inferior de un filtro D1000.....	33
3.2.11. Latiguillos.....	34
3.3. Planos de la máquina.....	35
3.3.1. Componentes de la máquina.....	35
3.3.2. Vistas generales de la máquina.....	36
3.3.3. Vistas generales para acciones correctas.....	38



4. Funcionamiento.....	39
5. Puesto de trabajo.....	42
5.1. Características generales.....	42
6. Instrucciones, instalación y montaje.....	43
6.1. Traslado de la máquina.....	43
6.2. Emplazamiento de la máquina.....	43
6.3. Nivelación de la máquina.....	43
6.4. Instalación eléctrica.....	43
6.5. Diagrama instalación eléctrica.....	44
7. Comprobaciones previas a la puesta en funcionamiento.....	45
8. Instrucciones de funcionamiento.....	46
9. Mantenimiento, inspección y controles.....	47
9.1. Mantenimiento.....	47
9.2. Inspección y controles.....	47
10. Normas de seguridad.....	48
10.1. Uso previsto y limitaciones.....	48
10.2. Normas de seguridad en el montaje.....	48
10.3. Normas de seguridad en el funcionamiento.....	48
11. Evaluación de riesgos. Cumpliendo los requisitos esenciales de seguridad y salud.....	49
11.1. Principios de integración de la seguridad.....	49
11.2. Materiales y productos.....	49
11.3. Diseño de la máquina con vistas a su manutención.....	49
11.4. Ergonomía.....	49
11.5. Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando.....	49
11.6. Órganos de accionamiento.....	50
11.7. Puesta en marcha.....	50
11.8. Parada normal.....	50
11.9. Parada operativa.....	50
11.10. Parada de emergencia.....	50
11.11. Conjuntos de máquinas.....	51
11.12. Selección de modos de mando o de funcionamiento.....	51
11.13. Fallo de la alimentación de energía.....	51
12. Medidas de protección contra riesgos mecánicos.....	52
12.1. Riesgo de pérdida de estabilidad.....	52
12.2. Riesgo de rotura en servicio.....	52
12.3. Riesgos debidos a la caída y proyección de objetos.....	52
12.4. Riesgos debidos a superficies, aristas o ángulos.....	52
12.5. Riesgos relacionados con las variaciones de las condiciones de funcionamiento.....	52
12.6. Riesgos relacionados con los elementos móviles.....	53
12.7 Riesgos debidos a movimientos no intencionados.....	53
13. Estudio de filtración.....	54
13.1. Cálculos de un filtro regenerativo.....	55
13.2. Fórmulas para los cálculos de filtración.....	56
14. Presupuesto.....	58
15. Conclusiones .....	61
16. Referencias bibliográficas.....	62
17. Anexos.....	64



## 1). RESUMEN

El proyecto que se va a presentar surge tras la colaboración con la empresa “**ATIM S.L.**” durante las prácticas de formación, durante las cuales se propuso el estudio, diseño y desarrollo de un filtro regenerativo de tratamiento de aguas para grandes caudales.

El objetivo es lograr la reducción al máximo de las pérdidas de agua, el consumo de energía y el uso de productos químicos, que supone una gran ventaja frente a las soluciones propuestas por la competencia, debido a que los otros métodos de limpieza en filtros proporcionan un rendimiento notablemente menor.

Entre el equipo de diseño se estudiaron distintas opciones; sin embargo, se concluyó que la idea de un filtro regenerativo era la más apropiada para las aplicaciones a las que se destina el producto; además, resulta una solución innovadora en el sector de la filtración, y con unas prestaciones sin igual hasta el momento, ya que, al cotejar los cálculos orientativos previos con los ensayos experimentales se han alcanzado altas cotas de correlación, obteniendo resultados únicos en el ámbito de la filtración.

### 1.1. Abstract

The project which is going to be introduced rises up after having taken part in the training practices at “**ATIM S.L.**” when the study, design and development of regenerative filter for high-flow water being planned.

The aim was reducing water losses, energy consumption and the use of chemical products, which means a great advantage versus the solutions purposed by the competition, due to their option was using another type of filter have lower efficiency.

Among the design team several options were evaluated, however, it was concluded that the idea of regenerative filter was supposed to be the most suitable solution for the use this product was led to; furthermore, so far, since on comparing previous orientative calculations have been achieved in the filtration sphere.

### 1.2. Palabras clave

Filtro, regenerativo, diseño,

## 2). INTRODUCCIÓN

La máquina objeto de este trabajo es el FILTRO REGENERATIVO.

Se define como FILTRO al (“aparato dispuesto para depurar el fluido que lo atraviesa”) (española). Y REGENERAR al (“proceso de someter a las materias desechadas a determinados tratamientos para su reutilización”) (Española).

Un filtro regenerativo se define como aquella máquina autosuficiente, montada sobre una estructura de 4 soportes, que permite la filtración de agua. Es un sistema de filtración innovador que ofrece una mejor calidad de filtración, con un aumento en el caudal de filtración y del modo más ecológico.

Los filtros regenerativos que van a ser presentados contarán con el marcado CE (del francés “Conformité Européenne”); esto es, la Conformidad Europea que garantiza al consumidor que el producto ha superado los controles y requisitos básicos que dicta la ley y, por tanto, cumple las normas europeas establecidas para su producción y comercialización.

Todos los productos destinados al uso humano como maquinaria; equipo intercambiable; componentes de seguridad; accesorios de elevación; cadenas, cuerdas y correas; dispositivos de transmisión mecánica extraíbles; maquinaria parcialmente completada... deben ser concebidos, tanto en su diseño como en su elaboración manteniendo los parámetros que marca la legislación europea.

Teniendo en consideración esta normativa, los filtros regenerativos deben ajustarse a la Directiva como elementos individuales separados y establece requisitos suplementarios para maquinaria portátil en un material base con el fin de prevenir o evitar accidentes. La maquinaria portátil de mano y / o guiada a mano debe, dependiendo del tipo de maquinaria, tener una superficie de soporte de tamaño suficiente y tener un número suficiente de manecillas o tiradores y soportes de un tamaño apropiado, dispuestos de tal manera que se garantice la estabilidad en las condiciones de funcionamiento previstas; excepto cuando sea técnicamente imposible, o donde haya un dispositivo de control independiente, en el caso de manecillas que no se puedan soltar con total seguridad, se deben instalar dispositivos que el operador pueda manipular sin presentar riesgo y se deben tomar medidas equivalentes si este requisito no es técnicamente factible.

## 2.1.- Introducción a la filtración

El agua fresca y limpia es una necesidad común en todos los rincones del mundo. Lo usamos para beber, bañarnos, preparar alimentos, fabricar y muchas más aplicaciones. Con la necesidad de agua limpia viene la necesidad de filtración de agua. La filtración de agua se ha hecho durante mucho tiempo utilizando filtración de arena. Es un método fácil y relativamente económico para filtrar agua y se ha utilizado durante miles de años.

Hoy en día, los filtros de arena y grava han sido reemplazados por filtros de arena de alta velocidad. La versión modernizada utiliza una sola capa de arena fina y requiere aproximadamente el 15% del espacio requerido por los filtros de arena y grava originales. Aunque los filtros de arena de alta velocidad son más compactos y rentables, desperdician alrededor del 40% más de agua debido a la necesidad de lavarlos con mayor frecuencia. Además, los filtros de arena y grava anteriores fueron más eficientes para atrapar partículas más pequeñas porque la presión en el filtro de arena de alta velocidad obliga a las partículas más pequeñas a atravesar la arena.

Más tarde, se introdujeron los filtros de tierra de diatomitea (D.E.) y ofrecieron un rendimiento significativamente mejorado en relación con la filtración de arena tradicional. Los filtros reemplazaron los medios de arena con tierra de diatomeas y se aplicaron a los elementos de filtro internos al comienzo de cada ciclo y se eliminaron con el agua de retrolavado al final del ciclo. Estos filtros plantearon inconvenientes operativos asociados con el manejo y la eliminación de los medios, impulsando un producto más seguro y respetuoso con el medio ambiente.

Hoy en día, los filtros regenerativos son la alternativa más eficiente en cuanto a reducción de emisiones un menor consumo de agua para la filtración.

El filtro de medios regenerativos reduce significativamente la cantidad de agua de retrolavado asociada con la operación del filtro de arena. En lugar de retrolavado, está programado para mediante el uso de un soplador introducir aire provocando así que la perlita se suelte de los latiguillos de filtración regenerando los medios de perlita de grado fino para un nuevo comienzo. Finalmente, el filtro se saturará de suciedad atrapada y requerirá una descarga y reemplazo de medios rápidos y fáciles.

## 2.2.- Tipos de filtros

En la actualidad existen varios tipos de filtros a parte de los regenerativos los cuales se explican en este trabajo.

Los mas comunes son:

- Filtros de arena
- Filtros de cartucho
- Filtros de diatomeas
- Filtros de mallas autolimpiantes
- Filtros de antracita

### **Filtros de arena:**

Los filtros de arena además de ser la primera opción que se viene a la cabeza cuando una persona piensa en un filtro, son los mas convencionales de los que hasta el momento requieren un mantenimiento mínimo.

Tienen una durabilidad de hasta los 10 años si se les hace un correcto mantenimiento y además con la opción del contralavado las impurezas que quedan en el medio filtrante se pueden eliminar con facilidad aunque siempre es recomendable vaciar el filtro por completo y mediante una hidrolimpiadora repasar todo su interior para que la limpieza sea optima y conseguir un mantenimiento adecuado y de garantía.

El medio filtrante mas utilizado en estos filtros ha sido por excelencia la arena de sílex, la arena es un medio filtrante natural y el mas utilizado hasta a fecha. Aunque actualmente la arena de sílex se utiliza también vidrio o en su defecto también fibalon que es un producto donde se mezclan diferentes fibras de un polímero contando así con diferentes estructuras superficiales aptas para la filtración.

Lo que se consigue con estos medios de filtración diferentes a la arena es una mayor capacidad de filtración, también se aplemazan menos que la arena con lo que se necesitan menos lavados ahorrando agua y productos químicos.

En su exterior o carcasa del filtro están fabricados normalmente de fibra de vidrio aunque también se pueden encontrar de plástico inyectado, soplado, laminado y bobinado.

### **Filtros de cartucho:**

Los filtros de cartucho como el propio nombre indica utiliza un elemento filtrante en forma de cartucho y son utilizados para aplicaciones de filtración donde el volumen de agua sea muy pequeño.

Requieren un mantenimiento diario, es decir, todos los días se tendra que proceder a su extracción limpieza y volver a colocar en su posición y además es recomendable para una optima filtración sustituirlos al año para que la calidad y el rendimiento de la filtración no se vean alterados.

El funcionamiento es similar al de los filtros de arena, el agua pasa por dentro del cartucho y las impurezas se quedan en el filtro.

### **Filtros de diatomeas:**

Esta clase de filtros están considerados como filtros de alto rendimiento y por lo tanto tienen un coste mucho superior a los anteriormente expuestos.

Utilizan las diatomeas que son organismos microscópicos fosilizados y que actual como excelentes agentes filtrantes. Estos seres actúan como micro-esponjas consiguiendo

atrapar cualquier resto de impureza visible para el ser humano y dejando el fluido a filtrar completamente libre de impurezas.

Al igual que los filtros de arena estos filtros permiten contralavado para facilitar la limpieza.

Para realizar un mantenimiento con las diatomeas hay que extremar las precauciones y será preferiblemente un técnico cualificado será el encargado de llevar a cabo la operación de recarga de diatomeas y limpieza con químicos el interior del filtro.

### **Filtros de mallas autolimpiantes:**

Como característica principal son filtros que actúan sin la necesidad de una fuente de energía exterior.

En su interior tienen una malla que es la que se ocupa de atrapar las impurezas que se localizan en el fluido. A medida que se va acumulando la suciedad ocurre una caída de presión en la línea del fluido lo que provoca que las impurezas se vayan quedando atrapadas en la línea de drenaje.

Estos filtros son muy utilizados en torres de enfriamiento, tanques de agua y para el pretatamiento de otros procesos mas exhaustivos de filtración.

Para realizar el mantenimiento de este tipo de filtros una vez esta saturada de suciedad la línea de drenaje esta es retirada, limpiada y vuelta a conectar en su posición.

### **Filtros de antracita:**

Filtros muy utilizados en el tratamiento de aguas residuales, con una alta velocidad de filtración y un uso menor del contralavado.

Se usa la antracita por su alto contenido en carbono y por sus propiedades que son las ideales para purificar este tipo de fluidos como las aguas residuales ya que permite retener fácilmente sólidos.

Su funcionamiento es la filtración multicapa la cual utiliza una filtración a diferentes niveles con diferentes materiales, es decir que además de antracita se encuentran también grava de varios tamaños y formas.

Tener varias capas supone atrapar impurezas de diferentes tamaños y formas consiguiendo así un mejor proceso de filtración y garantizando una filtración optima del fluido.

El mantenimiento de este tipo de filtros se realiza cuando uno de sus diferentes niveles se satura de suciedad indicado por la alta diferencia de presión que nos indica un dispositivo (manómetro).

Habrá que realizar una extracción y limpieza del interior del filtro y vuelta a poner las diferentes capas de filtración, a poder ser un operario cualificado llevará a cabo este proceso por el alto riesgo que conlleva utilizar productos químicos.



### 3.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

#### 3.1.- Descripción general de la máquina

La máquina objeto de este expediente es el FILTRO REGENERATIVO. Se define como FILTRO al (“aparato dispuesto para depurar el fluido que lo atraviesa”). Y REGENERAR al (“proceso de someter a las materias desechadas a determinados tratamientos para su reutilización”).

Un filtro regenerativo se define como aquella máquina autosuficiente, montada sobre una estructura de 4 soportes, que permite la filtración de agua. Es un sistema de filtración innovador que ofrece una mejor calidad de filtración, con un aumento en el caudal de filtración y del modo más ecológico.

Como medio filtrante se usa perlita que es un mineral puro, inerte, de color blanco y de eso ligero. Con una estructura interna entrelazada de forma única formando canales microscópicos de filtración.

La estructura o depósito va soldada y apoyada sobre cuatro soportes, dos soportes frontales a 45° respecto de la entrada y salida de las tuberías de entrada de agua y los demás soportes a 90° respecto a los frontales.

La máquina queda dividida en tres secciones diferentes preferenciales según la forma del depósito.

La denominada parte inferior o (“Parte 3” nombre en planos), es la parte inferior del depósito por donde se realiza la impulsión de una **bomba** cuya potencia depende del modelo de la máquina, una vez se ha accedido al interior del depósito pasa por un colector o (“Placa inferior” nombre en planos) que delimita la zona baja del depósito con la zona intermedia donde se produce la filtración. En esta parte inferior también se pueden encontrar diferentes tomas, una inferior la cual es el **desagüe** para la eliminación de todos los desechos que se generan en el interior del filtro. Y una toma de aireación, por esta entrada y mediante el uso de una **soplante** (“Máquina impulsora de grandes cantidades de aire o gas a una presión determinada”) se conseguirá la limpieza o regeneración del aparato en cuestión.

La denominada parte intermedia o (“Parte intermedia” nombre en planos) se comprende por su exterior por un conjunto de tres entradas que conectan el interior con el exterior de la máquina y son:

- La entrada de Perlita
- La toma del control de presión diferencial mediante manómetros
- Colector de limpieza.

Además de estas tomas para control de presiones y limpieza se pueden localizar dos soportes, uno de ellos es un soporte para el aspirador y el otro formado por dos perfiles angulares de alas iguales para la sujeción del cuadro eléctrico.

Por la parte interior de esta zona intermedia se localizan los latiguillos (sistema fibra-muelle), fibra para que se adhiera la perlita y se realice la filtración y un muelle para

realizar la labor de soporte y conseguir mantener una posición rectilínea y uniforme de toda la malla.

Estos latiguillos están soportados por una serie de placas que van “apoyadas” y “colocadas” sobre una “placa” que ocupa toda la superficie interior del depósito. El espesor de la “placa” varía según el diámetro interior del depósito y también el número de agujeros donde van colocados los latiguillos, este número varía entre los 84 para el depósito más pequeño hasta los 1680 agujeros en el depósito grande.

Por último, la parte superior o (“Parte 1” nombre en planos), en esta zona donde el agua ya filtrada sale por la tubería que hay situada en la parte superior y es impulsada a las zonas de servicio. Además de la salida de agua se pueden encontrar cinco conexiones del interior con el exterior del filtro para diferentes mediciones.

- Tubo para la medición de presión diferencial del manómetro
- Purga de aire
- Toma de aspiración
- Control de nivel
- Válvula de seguridad.

El control de maniobra variará dependiendo de la ubicación de la máquina, entrando a formar parte de una línea de trabajo dentro de un montaje de plantas de filtración con una cantidad de agua muy elevada o bien para piscinas de propiedad privada con una superficie mucho inferior. En el primer caso la máquina se controlará desde un panel centralizado para toda la línea productiva mientras que en el segundo se realizará una instalación individual con los interruptores de puesta en marcha y de parada en el correspondiente cuadro eléctrico, ubicados en la zona que considere adecuado el comprador. Este cuadro dispondrá de pulsador de paro de emergencia.

Existen diversos modelos de máquina FILTRO REGENERATIVO los cuales varían en función del caudal o del espacio disponible.

Tabla 1, Fuente propia, Modelos de filtros regenerativos

MODELO	Altura (mm)	Anchura (mm)	Caudal (m <sup>3</sup> / h)
400	1734	540	25
600	1820	755	60
800	1902	975	120
1000	2019	1175	200
1200	2115	1405	250
1600	2285	1830	450

### 3.2.- Descripción detallada de los componentes

El material utilizado será el acero inoxidable 304L, un acero inoxidable austénico (cromo/níquel), muy utilizado en aplicaciones de soldadura ya que durante el periodo de enfriamiento no se forman carburos que debiten la unión soldada y por su alta resistencia a la corrosión. Estas dos características hacen del acero inoxidable 304L el material idóneo para esta aplicación.

#### 3.2.1. Cúpula superior, Parte 1.

Se trata de la parte superior de la máquina, tiene una forma curvada con dos radios de curvatura diferentes para cada diámetro de depósito y un espesor diferente para cada depósito, además en su parte inferior utiliza una **brida** (“Reborde o placa circular plana en el extremo de los tubos metálicos para acoplar unos a otros con tornillos o roblones”), para la sujeción de esta parte con el resto del sistema.

##### 3.2.1.1. Cálculo de cúpulas en depósitos.

Referido a la norma EN 10253-3 de Accesorios para tuberías soldados a tope. Parte 3: Aceros inoxidables austeníticos y ferro-austeníticos sin requisitos de inspección específicos.

K (Altura total de la cúpula)

Radio mayor (R1) = Aproximadamente 0,8D (Para depósitos entre 400 y 600 mm de diámetro).

Radio mayor (R1) = Aproximadamente 0,85D (Para depósitos entre 600 y 1600 mm de diámetro).

Radio pequeño (R2) = Aproximadamente 0,15D

Tabla 2, Fuente propia, Dimensiones de las cúpulas de los depósitos

Cúpulas	K (altura total cúpula) mm	R1 mm	R2 mm
400	100	320	60
600	140	480	90
800	170	680	120
1000	230	850	150
1200	280	1020	180
1600	350	1360	240

### 3.2.2. Cálculo del espesor del depósito, referido al cálculo de tubos cerrados sometidos a presión.

El cálculo que se ha utilizado para el espesor de los recipientes a presión es, Código ASME para calderas y recipientes a presión. Todas las formulas y datos posteriores se han contrastado y están bajo la denominación de este código de diseño.

Según el código ASME de recipientes a presión para saber el espesor mínimo necesario de la estructura primero hay que identificar que tipo de estructura es. En este caso se trata de una estructura cilíndrica con dos cabezales torisféricos.

A la hora de realizar los cálculos del espesor hay que tener en cuenta la presión de trabajo. Para el diseño de los filtros se van a realizar los cálculos para dos presiones de trabajo diferentes ya que se trata de un modelo experimental.

Un primer cálculo para PN4 y otro para PN6.

## Cálculo de espesores PN4

La formula que se utiliza en el código para el calcula del espesor mínimo es la siguiente:

$$Tr = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1 \times P)}$$

Tr, Espesor mínimo requerido

p, presión de trabajo, kg / cm<sup>2</sup>

S, tensión máxima admisible, kg / cm<sup>2</sup>, suponiendo un coeficiente de 2 para este tipo de aceros.

E, módulo de la junta o de debilitación. 0,85 para tubos/depósitos con juntas soldadas.

P, Presión interior de diseño. 1,5 p

L, Radio cabezal torisférico

Tabla 3 y 4, Fuente propia, Materiales de los filtros y sus características

Material	304L	
Módulo de elasticidad	193000 N/mm2	1930 N/cm2
Presión de trabajo	4 Kg/cm2	
Presión interior de diseño	6 Kg/cm2	
Eficiencia de las soldaduras	0,85	
Coeficiente de seguridad	2	
	Diámetros (cm)	L (cm)
	40	32
	60	48
	80	68
	100	85
	120	102
	160	136

Depósito	L (cm)	S (N/cm2)	E	Tr (espesor requerido) (mm)
400	32	965	0,85	2,07
600	48	965	0,85	3,11
800	68	965	0,85	4,41
1000	85	965	0,85	5,51
1200	102	965	0,85	6,61
1600	136	965	0,85	8,81

$$S = \frac{\text{Módulo de elasticidad}}{\text{Coeficiente de seguridad}} = \frac{1930}{2} = 965 \frac{N}{cm^2}$$

$$Tr(400) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 6 \times 32}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 6)} = 0,207 \text{ cm} = 2,07 \text{ mm}$$

$$Tr(600) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 6 \times 48}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 6)} = 0,311 \text{ cm} = 3,11 \text{ mm}$$

$$Tr(800) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 6 \times 68}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 6)} = 0,4405 \text{ cm} = 4,405 \text{ mm}$$

$$Tr(1000) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 6 \times 85}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 6)} = 0,5506 \text{ cm} = 5,506 \text{ mm}$$

$$Tr(1200) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 6 \times 102}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 6)} = 0,6607 \text{ cm} = 6,607 \text{ mm}$$

$$Tr(1600) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 6 \times 136}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 6)} = 0,881 \text{ cm} = 8,81 \text{ mm}$$

## Cálculo de espesores para PN6

La formula que se utiliza en el código para el calcula del espesor mínimo es la siguiente:

$$Tr = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1 \times P)}$$

Tr, Espesor mínimo requerido

p, presión de trabajo, kg / cm<sup>2</sup>

S, tensión máxima admisible, kg / cm<sup>2</sup>, suponiendo un coeficiente de 2 para este tipo de aceros.

E, módulo de la junta o de debilitación. 0,85 para tubos/depósitos con juntas soldadas.

P, Presión interior de diseño. 1,5 p

L, Radio cabezal torisférico

Tabla 5 y 6, Fuente propia, Materiales de los filtros y sus características

Material	304L	
Módulo de elasticidad	193000 N/mm2	1930 N/cm2
Presión de trabajo	6 Kg/cm2	
Presión interior de diseño	9 Kg/cm2	
Eficiencia de las soldaduras	0,85	
Coeficiente de seguridad	2	
	Diámetros (cm)	L (cm)
	40	32
	60	48
	80	68
	100	85
	120	102
	160	136

Depósito	L (cm)	S (N/cm2)	E	Tr (espesor requerido) (mm)
400	32	965	0,85	3,11
600	48	965	0,85	4,66
800	68	965	0,85	6,61
1000	85	965	0,85	8,26
1200	102	965	0,85	9,91
1600	136	965	0,85	13,22

$$S = \frac{\text{Módulo de elasticidad}}{\text{Coeficiente de seguridad}} = \frac{1930}{2} = 965 \frac{N}{cm^2}$$

$$Tr(400) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 9 \times 32}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 9)} = 0,311 \text{ cm} = 3,11mm$$

$$Tr(600) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 9 \times 48}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 9)} = 0,466cm = 4,66mm$$

$$Tr(800) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 9 \times 68}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 9)} = 0,661 \text{ cm} = 6,61mm$$

$$Tr(1000) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 9 \times 85}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 9)} = 0,826 \text{ cm} = 8,26mm$$

$$Tr(1200) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 9 \times 102}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 9)} = 0,991cm = 9,91mm$$

$$Tr(1600) = \frac{0,885 \times P \times L}{S \times E - (0,1P)} = \frac{0,885 \times 9 \times 136}{965 \times 0,85 - (0,1 \times 9)} = 1,322 \text{ cm} = 13,22mm$$



### 3.2.3. Brida

Otro elemento utilizado en esta estructura es la **brida**, es un elemento normalizado y que en nuestra máquina según la presión de 6 Kg / cm<sup>2</sup>, se ha utilizado las bridas planas para soldar DIN 2573 PN 6. Situada en la parte inferior de la cúpula y soldada a la estructura.

Tabla 7, Fuente propia, Bridas a utilizar en los filtros

Bridas		400	600	800	1000	1200	1600
Espesor Brida (mm)		28	30	30	34	36	42
Diámetro interior (mm)		411	616,5	818	1022	1226	1626
Diámetro exterior (mm)		540	755	975	1175	1405	1830
Distancia del centro a los agujeros (mm)		495	705	920	1120	1340	1760
Diámetro de agujeros exteriores (mm)		22	22	30	34	36	42
Número de agujeros (mm)		16	20	24	28	32	40

Además de la utilización de una brida, esta parte contará con seis tubos diferentes que conectarán el interior con el exterior del depósito.

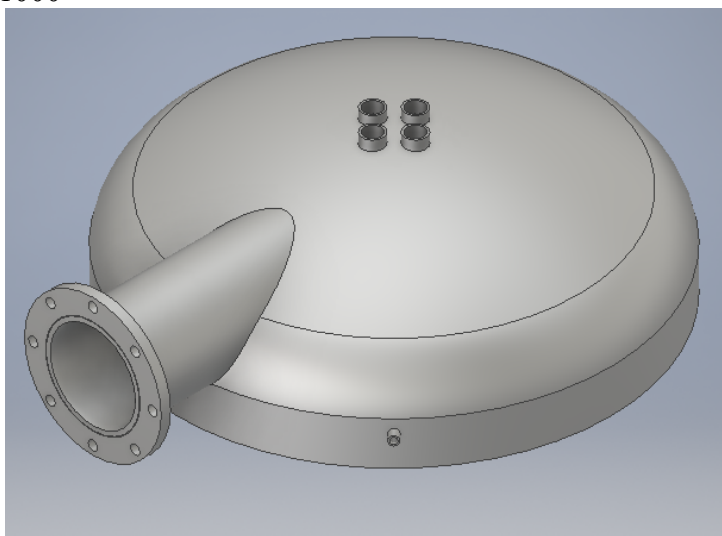
- 1- Tubo de salida del agua filtrada. Sujeción por brida y diámetro diferente para depósito.
- 2- Aspirador. Tubo roscado norma DIN 259 1 ½" y DIN 2573 1 ½" PN6
- 3- Purga de aire. Tubo roscado norma DIN 259 1 ½" y DIN 2573 1 ½" PN6
- 4- Control de nivel. Tubo roscado norma DIN 259 1 ½" y DIN 2573 1 ½" PN6
- 5- Válvula de seguridad. Tubo roscado norma DIN 259 1 ½" y DIN 2573 1 ½" PN6
- 6- Manómetro. Tubo roscado norma DIN 259 ½" y DIN 2573 ½" PN6

Tablas 8 y 9, Fuente propia, diámetros de las tuberías

	Tuberías agua principal
Depósitos	Diámetro tubería
300	2 1/2"
600	4"
800	6"
1000	8"
1200	10"
1600	12"

	Tubo		Brida				
Diámetros tuberías	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	D (mm)	B1 (mm)	K (mm)	L (mm)	Espesor (mm)
1/2"	15	21,3	80	22	55	11	12
1 1/2 "	40	48,3	130	49	100	14	16
2"	50	60,3	140	61,1	110	14	16
2 1/2"	65	76,1	160	77,1	130	14	16
4"	100	114,3	210	115,9	170	18	18
6"	150	168,3	265	170,5	225	18	20
8"	200	219,1	320	221,8	280	18	22
10"	250	273	375	276,2	335	18	24
12"	300	323,9	440	327,6	395	22	24

3.2.4. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la cúpula superior Parte 1 de un filtro D1000



Plano: ANEXO Planos constructivos (Plano Parte 1)

### 3.2.5. Parte intermedia, Parte 2.

Se trata de la parte intermedia de la máquina y tiene forma cilíndrica. El diámetro interior de cada cilindro será diferente y son de 400, 600, 800, 1000, 1200 y 1600 (mm). Mientras que los espesores al igual que en la parte 1 se corresponde con el cálculo de tubos cerrados a presión. En esa parte al igual que en la parte 1 habrá una serie de conexiones de entrada y salida del depósito y también las patas de cada depósito.

#### 3.2.5.1. Tubos y conexiones de entrada y salida de la parte intermedia.

- 1- Tubo roscado manómetro. Norma DIN 2573 PN6 ½" y DIN 259 ½".
- 2- Tubo entrada de perlita. Norma DIN 2573 PN6 1 ½" y DIN 259 1 ½".
- 3- Barra roscada para sujeción de la abrazadera del aspirador. DIN 601 M30.
- 4- Tubo entrada del pulverizador. DIN 2573 PN6 1 ½" con sujeción por brida DIN 2573 1 ½"

Tabla 10, Fuente propia, Tuberías y bridas de las tuberías

Diámetros tuberías	Tubo		Brida				
	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	D (mm)	B1 (mm)	K (mm)	L (mm)	Espesor (mm)
1/2"	15	21,3	80	22	55	11	12
1 1/2 "	40	48,3	130	49	100	14	16
2"	50	60,3	140	61,1	110	14	16
2 1/2"	65	76,1	160	77,1	130	14	16
4"	100	114,3	210	115,9	170	18	18
6"	150	168,3	265	170,5	225	18	20
8"	200	219,1	320	221,8	280	18	22
10"	250	273	375	276,2	335	18	24
12"	300	323,9	440	327,6	395	22	24

#### 3.2.5.2. Sistema de sujeción del aspirador.

Compuesto por una abrazadera cuya denominación es BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289. Y una chapa inferior de espesor 3mm y radio de 300mm con dos soportes unidos al depósito de 10 × 20 mm de sección y entre 270 y 280 mm de largo, esta distancia varía según el tipo de depósito ya que depende del diámetro de la estructura.

Tabla 11, Fuente propia, Soportes del aspirador

Filtro	Distancia soportes aspirador (mm)
400	246
600	264
800	275
1000	290
1200	277
1600	262

Y como parte indispensable un aspirador de denominación STAYER BC1200D.

### 3.2.5.3. Angulares de alas iguales.

Utilizados para la sujeción del cuadro eléctrico con denominación Código E COR4-520X.

Dos perfiles de longitud 400 mm y cuya denominación es perfil L40.

La distancia entre los centros de los dos perfiles será de 458mm.

### 3.2.5.4. Patas de sujeción de la máquina.

De sección rectangular de  $100 \times 50$  mm y con un vaciado interior de  $80 \times 30$  mm. Como medidas de seguridad todas las pastas tienen un corte “chaflan” de  $150^\circ$  con respecto a la pared del depósito y un empalme de radio 10 mm para evitar cortes y golpes de los operarios.

En la parte inferior todas las patas llevan una ampliación de sección para colocar dos tornillos de métrica 10 para una mejor sujeción del conjunto del equipo.

La altura de las pastas varía según el tipo de depósito ya que la altura y la capacidad del filtro aumentan por lo tanto para mantener la misma altura al suelo de la parte inferior del filtro la altura cambia.

Tabla 12, Fuente propia, Altura de las patas

Filtro	Altura de patas mm
400	500
600	600
800	700
1000	800
1200	800
1600	900

### 3.2.5.5. Apoyos placa inferior.

Situados en la parte inferior de esta sección y de 10 mm de espesor.

Estos apoyos son utilizados para colocar la placa inferior en la posición correcta y para que aguante la totalidad del peso de esta.

La sección de los apoyos varía ya que la distancia entre los agujeros de la placa varía en cada diseño.

Tabla 13, Fuente propia, Apoyos de la placa inferior de distribución de caudal

Filtro	Sección del apoyo mm
400	40 × 39
600	40 × 69
800	40 × 32
1000	40 × 45
1200	80 × 66
1600	80 × 66

### 3.2.5.6. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la parte intermedia Parte 2 de un filtro D1000



Plano: ANEXO I (Plano Parte intermedia 1 de 2)

### 3.2.6. Cúpula inferior. Parte 3.

Se trata de la parte inferior de la máquina, tiene una forma curvada con dos radios de curvatura diferentes para cada diámetro de depósito y un espesor diferente para cada depósito, al igual que la Parte 1.

#### 3.2.6.1. Cálculo de cúpulas en depósitos.

Referido a la norma EN 10253-3 de Accesorios para tuberías soldados a tope. Parte 3: Aceros inoxidables austeníticos y ferro-austeníticos sin requisitos de inspección específicos.

K (Altura total de la cúpula)

Radio mayor (R1) = Aproximadamente 0,8D (Para depósitos entre 400 y 600 mm de diámetro).

Radio mayor (R1) = Aproximadamente 0,85D (Para depósitos entre 600 y 1600 mm de diámetro).

Radio pequeño (R2) = Aproximadamente 0,15D

Tabla 14, Fuente propia, Cúpulas inferiores

Cúpulas	K (altura total cúpula) mm	R1 mm	R2 mm
400	100	320	60
600	140	480	90
800	170	680	120
1000	230	850	150
1200	280	1020	180
1600	350	1360	240

### 3.2.6.2. Tubos y conexiones de entrada y salida de la parte intermedia.

En esta parte inferior hay tres entradas diferentes repartidas por la superficie de la cúpula.

- 1- Entrada principal de agua sin filtrar. Denominación DIN 2573 PN6 y con sujeción mediante brida, el diámetro de dicha tubería variara según el tamaño del depósito.
- 2- Tubo roscado de la bomba soplante. Denominación DIN 2573 PN6 1 ½" y DIN 259 1 ½"
- 3- Tubo roscado de desagüe. Denominación DIN 2573 PN6 1 ½" Y DIN 259 1 ½"

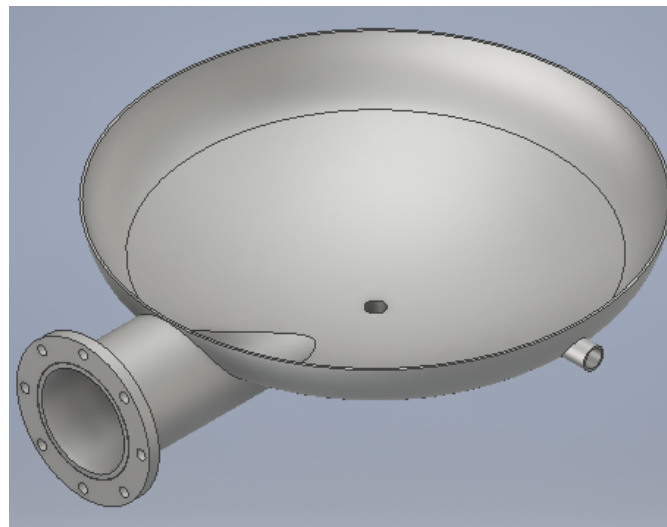
Tabla 15 y 16, Fuente propia, Tabla de conexiones de tuberías de agua en parte intermedia

	Tuberías agua principal
Depósitos	Diámetro tubería
300	2 1/2"
600	4"
800	6"
1000	8"
1200	10"
1600	12"

	Tubo		Brida				
Diámetros tuberías	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	D (mm)	B1 (mm)	K (mm)	L (mm)	Espesor (mm)
1/2"	15	21,3	80	22	55	11	12
1 1/2 "	40	48,3	130	49	100	14	16
2"	50	60,3	140	61,1	110	14	16
2 1/2"	65	76,1	160	77,1	130	14	16
4"	100	114,3	210	115,9	170	18	18
6"	150	168,3	265	170,5	225	18	20
8"	200	219,1	320	221,8	280	18	22
10"	250	273	375	276,2	335	18	24
12"	300	323,9	440	327,6	395	22	24



3.2.6.3. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la cúpula inferior Parte 3 de un filtro D1000.



Plano: ANEXO I (Plano Parte 3)

### 3.2.7. Junta

(“Pieza de cartón, cáñamo, caucho u otra materia compresible, que se coloca en la unión de dos tubos u otras partes de un aparato o máquina, para impedir el escape del cuerpo fluido que contienen.”)

Se utilizarán dos juntas en la construcción de la máquina, para garantizar la estanqueidad del grupo donde se realiza la unión de las dos bridas superiores con la placa superior de latiguillos.

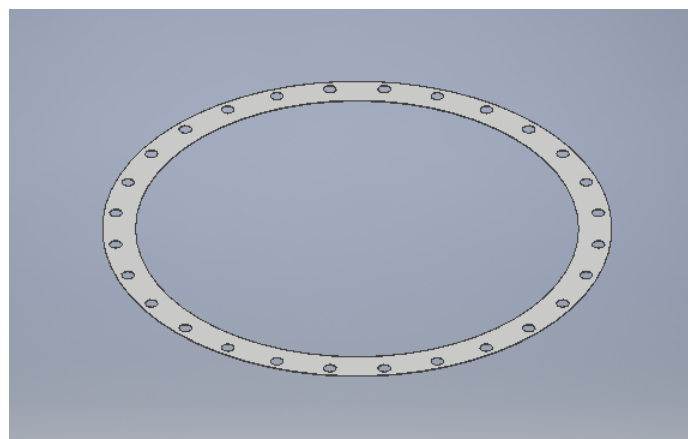
El material que se va a utilizar es NBR, Goma de nitrilo butadieno (NBR) Elastómero, es un material que tiene buenas propiedades a tracción, compresión, flexión e impermeabilización y aunque su principal característica es la resistencia a los hidrocarburos es muy utilizado en aplicaciones para la fabricación de juntas como juntas de sellado o juntas tóricas.

Las dimensiones varían según el tipo de depósito que se utilice las medidas son:

Tabla 17, Fuente propia, Juntas tóricas

Juntas	K (mm)	D (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	N (número de agujeros)
400	411	540	495	22	16
600	616,5	755	705	22	20
800	818	975	920	30	24
1000	1022	1175	1120	34	28
1200	1226	1405	1340	36	32
1600	1626	1830	1760	42	40

#### 3.2.7.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la junta de un filtro D1000.



Plano: ANEXO I (Plano Junta)

### 3.2.8. Placa superior

Pieza localizada entre las dos bridas de la parte superior de la máquina y que cubre la totalidad de la sección en el punto donde reposa.

La finalidad es la de colocar los latiguillos en una posición adecuada, el diseño de las placas es diferente ya que varía la superficie útil para la colocación de los agujeros de los latiguillos, todas las placas diseñadas tienen dos pasillos preferenciales colocados a 90 ° entre ellos para favorecer la limpieza del interior del filtro.

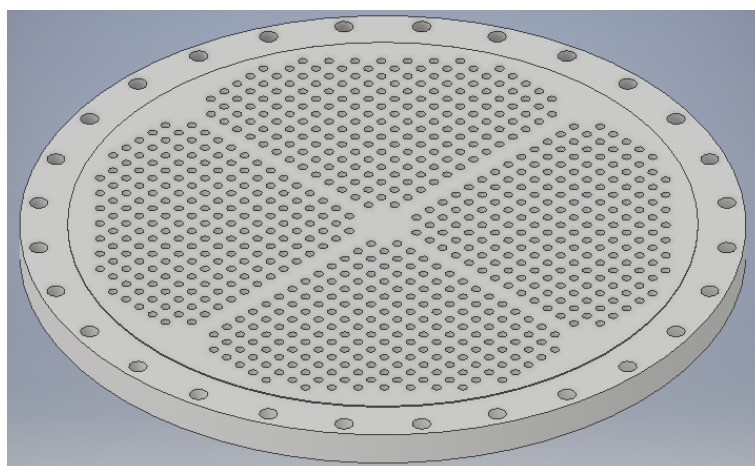
El material utilizado es PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio), es un material fácil de trabajar y adaptable a cualquier tipo de diseño. Es un material resistente a tracción, elástico y con una baja porosidad.

Dimensiones de las placas:

Tabla 18, Fuente propia, dimensiones de placa superior

Placas	Espesor de Placa (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Distancia del centro a los agujeros (mm)	Diámetro de agujeros exteriores (mm)	Numero de latiguillos
400	25	540	495	22	84
600	30	755	705	22	224
800	40	975	920	30	436
1000	60	1175	1120	34	736
1200	60	1405	1340	36	920
1600	80	1830	1760	42	1680

#### 3.2.8.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la placa de un filtro D1000.



Plano: ANEXO I (Plano Placa)

### 3.2.9. Pulverizador

Aparato de limpieza sitiado en la parte inferior de la máquina. Se introduce agua a presión para que por las diferentes boquillas que tiene a lo largo de su longitud, el agua salga pulverizada y se consiga eliminar los restos de suciedad que no se hayan podido eliminar durante la regeneración.

Su localización, es en el parte inferior de la parte intermedia, justo por encima y a una distancia menor de 5mm de la placa inferior. Para reducir la altura de la máquina la colocación del tubo de entrada se ha desviado unos grados con respecto a la entrada de agua principal.

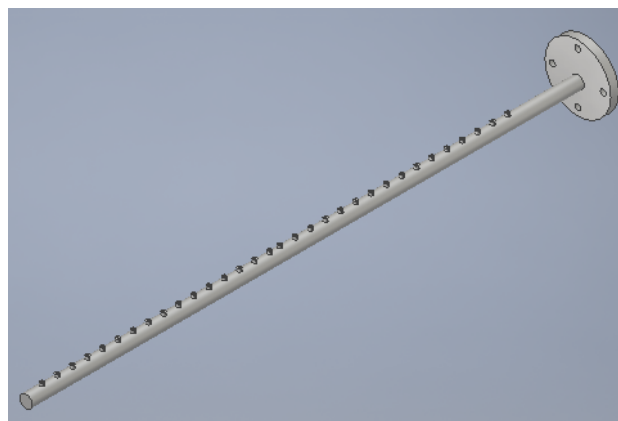
Tabla 19, Fuente propia, Datos del pulverizador en cada filtro

Pulverizador	Largo (mm)	Número de boquillas	Desviación entrada °
400	485	14	23
600	666	20	18
800	889	26	30
1000	1091	32	26
1200	1267	38	23
1600	1678	53	27

Como sujeción a la estructura se usa una brida DIN 2573 PN6 de 1 ½", mientras que en la parte del pulverizador se usa una brida ciega DIN 2527 PN6 1 ½" y con un agujero mecanizado descentrado 8mm hacia la parte inferior para que el cuerpo del pulverizador se apoye sobre el tubo de entrada.

En la parte posterior a la entrada del pulverizador hay una pieza de colocación para que la parte final del pulverizador se apoye sobre ella y no se descoloque de su posición.

3.2.9.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de un pulverizador de un filtro D1000.



Plano: ANEXO I (Plano Pulverizador)

### 3.2.10. Placa inferior

Localización, parte inferior de la parte intermedia o parte 2, apoyada sobre los cuatro apoyos interiores que se localizan en la parte inferior de la estructura.

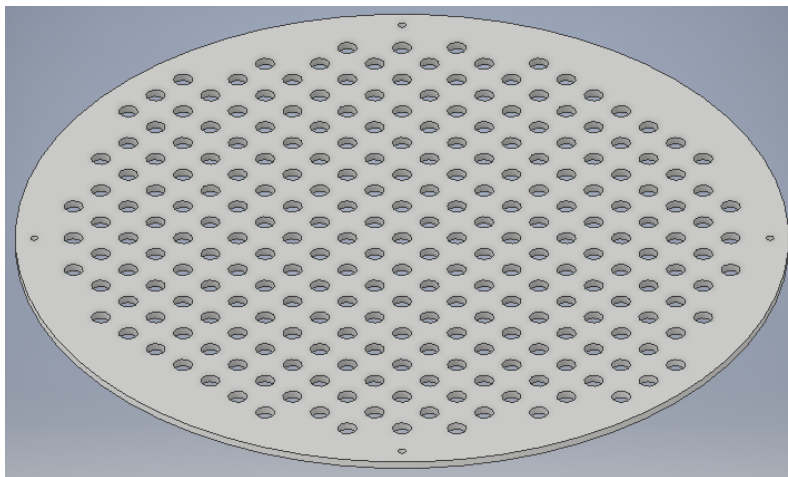
Al igual que la placa superior, tiene agujeros distribuidos en el total de su superficie pero de mayor diámetro, 25mm respecto a los 15mm de los agujeros de la placa superior.

El número de agujeros viene definido por la sección de la tubería de entrada de agua, esta sección de tubería y la sección formada por todos los agujeros tiene que ser proporcional para que el caudal de entrada sea proporcional por ambas partes.

Tabla 20, Fuente propia, Datos placa inferior

Placa	Número agujeros
400	25
600	61
800	141
1000	247
1200	369
1600	599

#### 3.2.10.1. Ejemplo de vista en perspectiva y planos constructivos de la placa inferior de un filtro D1000.



Plano: ANEXO I (Plano Placa inferior).

### 3.2.11. Latiguillos

Por definición un latiguillo es (“Tubo delgado y flexible que comunica dos conductos”). En el filtro regenerativo es el sistema encargado de realizar la filtración junto con la perlita.

Los latiguillos en un filtro regenerativo es un sistema muelle-malla.

El material del muelle es acero inoxidable 304, con un espesor de entre 3-4mm y un largo total de 1080mm.

La fibra que recubre al muelle es de material PEEK.

El **PEEK** (TECAPEEK, TECAPEEK GF 30) es un material termoplástico y semicristalino de alto rendimiento que, por sus propiedades físicas, se configura como un material para aplicaciones de elevada exigencia.

Además de su tenacidad y rigidez, posee una gran resistencia química a las radiaciones.

Puede trabajar en continuo hasta 260° C y mantiene propiedades mecánicas útiles hasta 300°C.

Posee una gran resistencia a la hidrólisis, a la alta energía de radiación con buenas propiedades eléctricas.

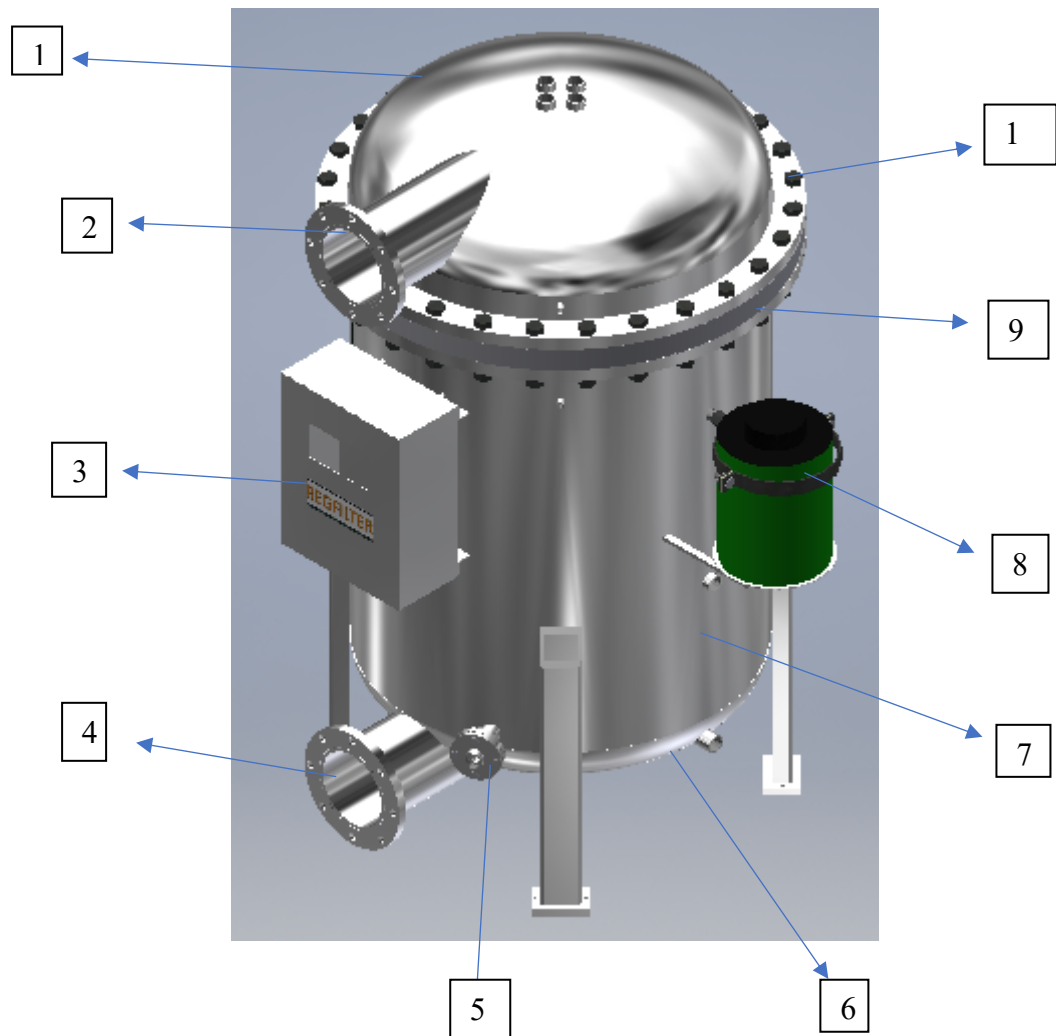
En insoluble en disolventes comunes y aun siendo cristalino, tiene excelente resistencia a una amplia gama de líquidos orgánicos e inorgánicos a altas temperaturas.

El montaje del latiguillo se realiza introduciendo el muelle dentro de la malla, una vez cubierto en su totalidad en uno de los extremos se realiza un nudo, posteriormente este nudo se introducirá dentro del muelle y se someterá a una capa de resina epoxi para fortalecer la unión y evitar fallos en el filtrado.

Por la parte superior el trozo de malla se coloca sobre una placa, a este trozo se le aplica un tratamiento con resina epoxi para adherirlo a la superficie de la placa y después del secado se colocará por encima otra placa que aguantará la unión y evitará que la malla se suelte de la placa.

### 3.3.- Planos de la máquina

#### 3.3.1. Componentes de la máquina

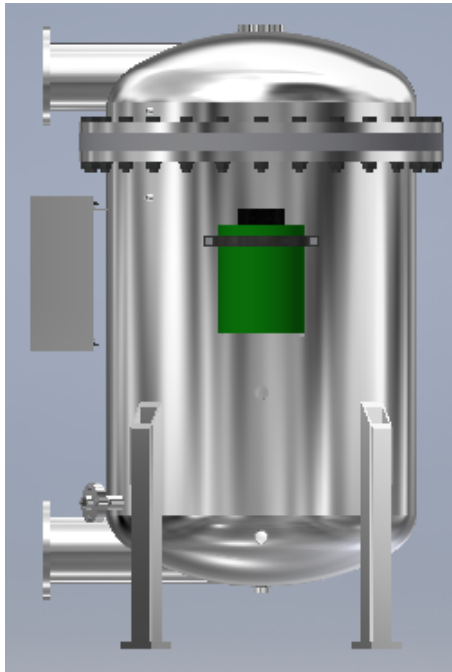


1	Cúpula superior Parte 1
2	Tubo salida agua filtrada
3	Cuadro eléctrico
4	Tubo entrada agua sin filtrar
5	Pulverizador
6	Cúpula inferior Parte 3
7	Parte intermedia Parte 2
8	Aspirador
9	Placa superior
10	Brida

Tabla 21, Fuente propia, Partes del Filtro

### 3.3.2. Vistas generales de la máquina. (Filtro D1000)

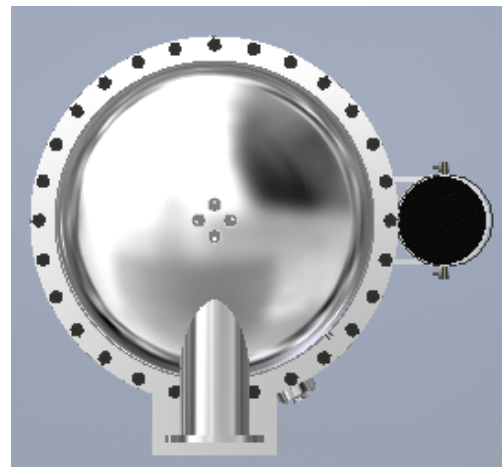
Perfil derecho



Alzado

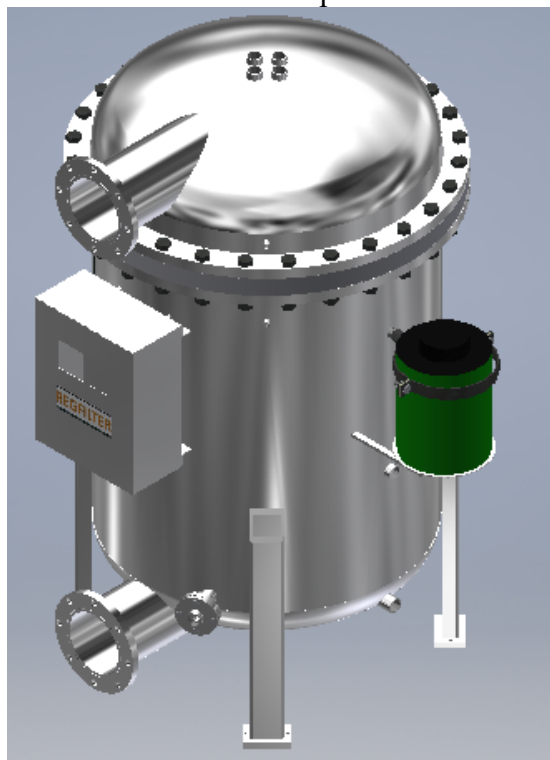


Planta

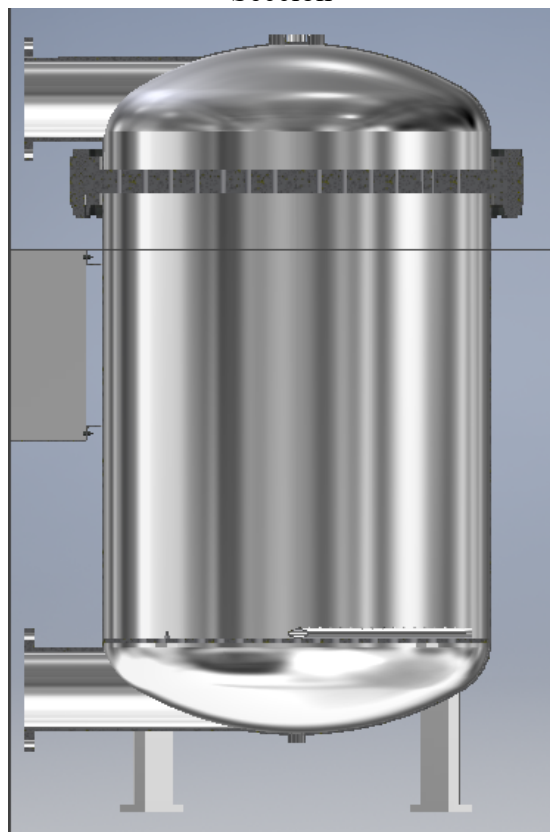




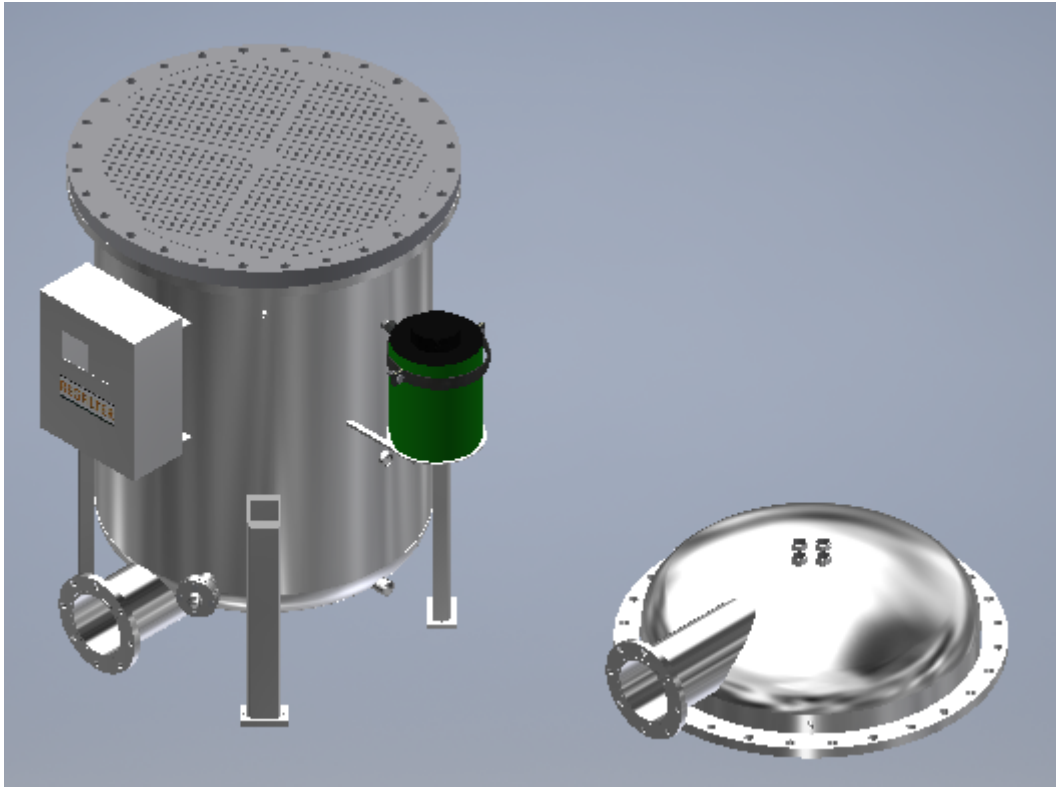
Vista en Perspectiva



Sección



### 3.3.3. Vistas generales de la máquina para acciones correctivas. (Filtro D1000)



Posición de acceso a la placa superior para realizar tareas de observación de desgaste o en caso de ser necesario reparación de alguna de las piezas.

#### 4- FUNCIONAMIENTO

Se define como FILTRO REGENERATIVO a la máquina autosuficiente, montada sobre una estructura de 4 soportes, que permite la filtración de agua. Es un sistema de filtración innovador que ofrece una mejor calidad de filtración, con un aumento en el caudal de filtración y del modo más ecológico.

El sistema de filtración regenerativo utiliza un medio filtrante que en el caso de esta máquina es PERLITA, que es capaz de filtrar hasta partículas de 1 micra. Como consecuencia de esta capacidad de filtración la utilización de productos químicos se reduce, consiguiendo así una mejora de la calidad del agua y una mayor transparencia.

Para ello la máquina consta de una bomba de aspiración y otra de impulsión para mantener un flujo constante de filtración, un aspirador para introducir el medio filtrante dentro de la máquina y una máquina soplante que es la encargada de realizar la limpieza en el ciclo de regeneración para limpiar el interior de la máquina.

El líquido a filtrar será introducido por la tubería de entrada situada en la parte inferior de la máquina, de manera que el proceso de filtración comienza por la parte inferior.

Una vez introducido el líquido dentro de la máquina este tiene que pasar por la placa inferior, pieza que adecua el caudal de entrada por la tubería de entrada con la sección del depósito. Está diseñada con una serie de agujeros de 25 mm de diámetro repartidos por la superficie y cuya cantidad varía según la sección de la tubería de entrada a la máquina. Además de los agujeros principales hay otros cuatro agujeros de menor diámetro que será el lugar donde se colocaran los tornillos de sujeción de M10.

Tras pasada la placa inferior, el líquido entra en la zona intermedia de máquina donde se produce la filtración del líquido. Es en esta parte es donde está situado el medio filtrante, la PERLITA y los latiguillos.

Los latiguillos es una estructura compuesta por una malla exterior que es la parte donde el medio filtrante o perlita se queda depositada. Mientras que por el interior de la malla hay un muelle el cual proporciona la tensión suficiente para aguantar el latiguillo estirado y en una posición correcta para conseguir la mayor sección de filtración.

Cuando el líquido ha sido filtrado, este pasa al interior del latiguillo y asciende por su interior hasta pasar a la parte superior de la estructura o cúpula superior. Una vez el agua llega a esta parte es impulsada por la tubería de salida hasta la llegada del líquido en perfectas condiciones a la piscina, laguna o lugar donde se utilizará el líquido filtrado.

La estructura de la máquina queda dividida claramente en tres partes diferentes. La primera o cúpula inferior, la segunda o parte intermedia y la tercera o cúpula superior.

La primera o cúpula inferior, es el lugar de la máquina es por donde se introduce el líquido a filtrar. En esta parte se puede encontrar tres conductos de tuberías que conectan el interior con el exterior de la máquina. Un desagüe, utilizado para eliminar los desechos que se acumulen dentro del filtro. La tubería de entrada principal de la máquina que su sección varía según el tipo de filtro donde se coloque, la secciones serán de (2 ½" para el filtro de diámetro interior 400mm, 4" para el filtro de diámetro interior 600mm,

6" para el filtro de diámetro interior 800mm, 8" para el filtro de diámetro interior de 1000mm, 10" para el filtro de diámetro interior de 1200mm y 12" para el filtro de diámetro interior de 1600mm, todas las medidas de las medidas de los tubos son de la norma DIN 2573 PN6). Además de los tubos de desagüe y de entrada principal, en esta parte también está el tubo de la bomba soplante, es por este punto donde se introduce el aire a presión provocando el movimiento del líquido y consiguiendo una limpieza optima.

La segunda parte o parte intermedia, al igual que en la cúpula inferior tiene tuberías que conectan el interior con el exterior de la máquina por además por la zona exterior hay una serie de estructuras para el posicionamiento del equipo.

- Tuberías de conexión interior/exterior:

- 1- Colector de limpieza, donde va colocado el pulverizador, que es el encargado de expulsar agua a presión dentro de la estructura por medio de boquillas consiguiendo una mayor capacidad de limpieza junto con la bomba soplante. Este tubo tiene una sección de 1 ½" y la unión con el pulverizador se realiza mediante una brida 1 ½". (Para las medidas de estas tubos y bridas se ha utilizado la norma DIN 2573 PN6).
- 2- Tubo roscado de entrada de perlita. Por este tubo será por donde se introduzca el medio filtrante cuando se requiera una recarga de este. Normalmente se realizará una vez al mes y con el filtro vacío de líquido. El tubo es de 1 ½" con dimensiones tomadas de la norma DIN 2573 PN6 y la DIN 259 1 ½" de norma de rosca.
- 3- Tubo roscado de conexión de manómetros y de control de presión diferencial. Tubo de ½" con dimensiones según norma DIN2573 PN6 y de rosca ½" según norma DIN 259 de ½". Se utilizará la misma conexión para las dos mediciones utilizando un accesorio en forma de T para la acoplar ambos dispositivos.

- Estructuras exteriores:

- 1- Barra soldada a la parte exterior de la carcasa. Se usa una barra roscada de M30 como soporte de la abrazadera utilizada para aguantar el aspirador.
- 2- Abrazadera, montada sobre la barra de M30 con denominación BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289.
- 3- Estructura o soporte del aspirador compuesto por una base circular de 300mm de diámetro y de los enganches soldados a esta placa y a su vez a la carcasa exterior de la máquina.
- 4- Dos angulares de alas iguales perfil L40 de 400mm de longitud cada uno, usados como soporte del cuadro eléctrico.
- 5- Cuadro eléctrico cuya denominación es código E COR 4-520X.
- 6- Cuatro soportes separados 90° cada uno de ellos y con dos tornillos de sujeción al suelo cada uno de ellos.

La tercera parte o cúpula superior, es la estructura que cierra el interior de la máquina y es por esta parte por donde el líquido ya filtrado es impulsado a su lugar de servicio. Al igual que en la parte inferior será impulsado por una tubería de igual sección que la de entrada al filtro siendo estas con las siguientes características (2 ½" para el filtro de diámetro interior 400mm, 4" para el filtro de diámetro interior 600mm, 6" para el filtro de diámetro interior 800mm, 8" para el filtro de diámetro interior de 1000mm, 10" para

el filtro de diámetro interior de 1200mm y 12" para el filtro de diámetro interior de 1600mm, todas las medidas de las medidas de los tubos son de la norma DIN 2573 PN6). Además de la tubería de impulsión se pueden localizar otros cinco tubos de conexión del interior con el exterior para diferentes usos.

- 1- Tubo roscado de conexión de manómetros y de control de presión diferencial. Tubo de ½" con dimensiones según norma DIN2573 PN6 y de rosca ½" según norma DIN 259 de ½". Se utilizará la misma conexión para las dos mediciones utilizando un accesorio en forma de T para la acoplar ambos dispositivos.
- 2- Tubo roscado para la colocación de válvula de seguridad, con un tubo de 1 ½" de dimensiones según norma DIN 2573 PN6 y una rosca 1 ½" según la norma DIN 259.
- 3- Tubo roscado para la colocación del tubo del aspirador, con un tubo de 1 ½" de dimensiones según norma DIN 2573 PN6 y una rosca 1 ½" según la norma DIN 259.
- 4- Tubo roscado para la colocación de una purga de aire, con un tubo de 1 ½" de dimensiones según norma DIN 2573 PN6 y una rosca 1 ½" según la norma DIN 259.
- 5- Tubo roscado para la colocación de un control de nivel, con un tubo de 1 ½" de dimensiones según norma DIN 2573 PN6 y una rosca 1 ½" según la norma DIN 259.

En el cuadro eléctrico se dispondrá el control de la instalación eléctrica individual, los interruptores de puesta en marcha y de parada en el correspondiente y los elementos de protección, ubicados en la zona que considere adecuado el comprador.

Todo el conjunto de la instalación eléctrica deberá ser dispuesta por cuenta del usuario, siguiendo las instrucciones que contienen este Manual y ejecutada la instalación por un instalador autorizado

## 5. PUESTO DE TRABAJO

### 5.1 Características generales

La máquina no requiere un puesto de trabajo fijo permanente. Una vez puesta en marcha su funcionamiento es continuo y automático, tanto la entrada como salida del líquido son tuberías diferentes y durante el funcionamiento no hay salidas ni entradas de cuerpos extraños. No requiere medidas especiales para quienes la manipulan.

La persona encargada de su manejo debe de conocer la máquina y tener acceso a este Manual de Instrucciones. Deberá conocer su manejo y la ubicación del paro de emergencia sabiendo que la maquina durante su funcionamiento normal no debe ser manipulada.

Al no tener una presencia continua junto a la máquina, no se requiere protección de casco contra ruido.

## 6. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y MONTAJE

### 6.1- Traslado de la máquina

La máquina por peso y forma no permite su desplazamiento manual. Su traslado se podrá realizar con el uso de maquinaria adecuada para ello y con la ayuda de dos personas como mínimo para vigilar la estabilidad de la estructura durante su traslado.

### 6.2- Emplazamiento de la máquina

La ubicación de la máquina se acordará con la propiedad. Tendrá que ser un lugar acondicionado adecuadamente, respetando las distancias alrededor de la máquina que permitan su uso y accesibilidad (área de trabajo aproximadamente 1 metros en torno a la máquina).



La máquina deberá estar asentada mediante una solera compactada, como mínimo será de placa de hormigón de un espesor de 50mm

La máquina se deberá instalar a más de un metro de cualquier cerramiento o estructura del edificio para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones por estos elementos.

### 6.3- Nivelación de la máquina

La máquina se situará en la posición que le corresponda y se procederá a su nivelación antes de su puesta en marcha. Para este fin dispone de dos pernos regulables en cada pata.

### 6.4- Instalación eléctrica

La instalación eléctrica, se efectuará por cuenta del comprador de la máquina, y deberá garantizar realizándose conforme a lo establecido en este Manual.

La instalación será ejecutada por un instalador autorizado y cumplirá las normativas y reglamentos vigentes que les fueran de aplicación en esta materia. Se protegerá a la instalación eléctrica con los correspondientes dispositivos de interruptor diferencial y magnetotérmico, atendiendo a la previsión de potencia demandada por los motores instalados según el modelo y las secciones de los conductores.

La instalación se efectuará con conductor aislado a 0,6/1 Kv, protegiéndose la entrada del cable de la caja de bornes del motor, mediante un sistema que garantice su estanqueidad. El conductor debe disponerse por zona no accesible al paso de personas. Se deberá proteger la instalación mediante puesta a tierra de la caja de bornes del cuadro eléctrico, de los motores y de la estructura metálica de la máquina.

La bomba de impulsión estará dotada de un variador de frecuencia, con sus correspondientes equipos de maniobra y protección de motores La instalación eléctrica

debe disponer de un pulsador de paro emergencia situado cerca de la zona donde se ubica la máquina.

Dispondrá la instalación de un interruptor de bloqueo con llave, o en su defecto un sistema que permita la desconexión eléctrica total mediante clavijas de enchufe.

El instalador que efectué esta instalación deberá de realizar delante del cliente, un ensayo donde se demuestre la eficacia tanto del disyuntor de marcha-paro como del pulsador de emergencia.



NOTA: La instalación eléctrica podrá sufrir modificaciones respecto a las protecciones magnetotérmica y sección de conductos a juicio del instalador siempre y cuando cumpla con el reglamento de Baja Tensión Vigente.

## 6.5 Diagrama de la instalación eléctrica

Anexo Planos eléctricos.



## 7- COMPROBACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

Antes de poner en funcionamiento la máquina se deberán hacer la siguiente comprobación:

- Comprobar las sujeciones de la máquina, comprobando que está debidamente anclada al suelo
- Verificar que todos los equipos de maniobra están conectados perfectamente
- Comprobar las conexiones de los equipos eléctricos y cualquier signo de fuga en los circuitos hidráulicos y neumáticos.

## 8. INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

Es conveniente haber leído las instrucciones de uso por parte de todo el personal que vaya a utilizar la máquina.

Antes de poner la máquina en carga, debe de hacerse una prueba sin perlita, con una toma de datos iniciales.

La entrada de la perlita se realizará por la compuerta correspondiente, la denominada, entrada de perlita. Para introducirla se necesitará el aspirador como máquina de traspaso de la perlita y un operario que será el encargado de que se introduzca toda la perlita debidamente.

Durante el funcionamiento de la máquina, debe observarse su correcto funcionamiento, y hacer periódicamente controles visuales, tanto de entrada de producto, como de salida. Así mismo se controlará la salida del líquido.

## 9. MANTENIMIENTO, INSPECCION Y CONTROLES

### 9.1- Mantenimiento

El mantenimiento de un FILTRO REGENERATIVO es relativamente escaso por no ser inexistente. Como su propio nombre indica la regeneración es un proceso por el cual sometemos al filtro a un cambio en sus condiciones de reposo internas introduciendo aire a presión por el tubo de entrada de aireación procedente de la bomba soplante. Esto provoca a un estado del agua interior parecido a un “tsunami” lo que provoca que el medio filtrante que se encontraba en contacto con la superficie de los latiguillos y que había generado una capa que no permitía una filtración idónea, se suelte. Una vez terminado el proceso de regeneración, el estado interior del líquido vuelve a ser un estado circulante y la perlita o medio filtrante vuelve a situarse en las paredes de los latiguillos. Con este proceso automático que se realiza varias veces cada día se consigue que no haga falta el cambio de perlita hasta pasado un mes aproximadamente.

Aunque una vez pasado este mes no veamos cambios radicales en los manómetros y que la caída de presión sea casi despreciable, podemos seguir con esa perlita, pero veremos que la caída de presión ya no será lineal, sino que pasará a ser exponencial por la saturación del medio filtrante. Se notará en la zona de uso del líquido filtrado que ya no estará tan transparente.

### 9.2- Inspecciones y controles

En el anterior apartada se ha expuesto la forma en la que el filtro realiza un mantenimiento exhaustivo y automatizado por medio de la regeneración. Pero para llevar a cabo una inspección con un mayor detalle es preciso el vaciado del líquido del interior de la máquina para no solo conseguir una mayor limpieza sino para ver el estado de los latiguillos o ver si se ha producido algún entaponamiento de algunos de los orificios de las placas o de los tubos de entrada y salida del cuerpo de la máquina.

Una vez realizado la parada y el vaciado del filtro para rellenar la perlita, este es el momento para un mantenimiento preventivo cuya realización será entre 1-2 años de su puesta en servicio y que consiste en levantar la cúpula superior y controlar el estado de la placa superior y observar el estado de los latiguillos, en caso de algún desperfecto en su parte superficial se dispondrá de recambios y de los útiles necesarios para llevar a cabo la tarea.

Controles que llevar a cabo:

- 1- Poner en funcionamiento el pulverizador entre 20-30 minutos para que el agua pulverizada consiga llegar a todas las partes del interior de la máquina
- 2- Utilizando las herramientas necesarias soltar todos los pernos de la cúpula superior de modo aleatorio para evitar deformaciones en las juntas de la máquina.
- 3- Con la ayuda de una máquina auxiliar desmontar la parte superior y dejar al descubierto el interior de la máquina
- 4- Revisar estado de latiguillos
- 5- Intentar en la medida de lo posible realizar una limpieza de las esquinas del fondo de la máquina.

## 10. NORMAS DE SEGURIDAD

### 10.1- Uso previsto y limitaciones

El uso de la máquina es exclusivo para la filtración de un líquido, no están acondicionada para otra materia o procedimiento.

El agua debería llegar al filtro en ausencia de cualquier cuerpo de extraño, y de no ser así la máquina está preparada para retenerlo sin ningún tipo de inconveniente.

### 10.2- Normas de seguridad en el montaje

La máquina inicialmente está diseñada para salir montada y preparada para su colocación y uso inmediato, pero de no ser así y el envío se realiza fragmentado, durante el montaje de la máquina se deberán seguir las siguientes normas:

- Se dispondrá de elementos de transporte tales como grúa o similares para el transporte de la máquina hasta su ubicación en la zona dispuesta con antelación.
- Durante el montaje de la máquina se dispondrá de una persona que esté al cargo de la operación en constante vigilancia.
- Se prohíbe el acceso a personas dentro de la zona de manipulación de la máquina durante su montaje.

### 10.3- Normas de seguridad en el funcionamiento

El filtro regenerativo objeto de este manual está dotado de los correspondientes elementos de seguridad para evitar accidentes. No obstante, es preceptivo respetar ciertas normas para contribuir a prevenirlos. El incumplimiento de estas normas implica un grave riesgo de accidente.

- La cúpula superior está fijada a la estructura del filtro por medio de tornillos, pernos, tuercas y arandelas. Está rigurosamente prohibido retirar estas protecciones con la máquina en marcha, ya que ello comportaría riesgo de accidente.
- Las tuberías de acceso al interior deberán estar cerradas antes de iniciarse el proceso de filtración. Hay dos clases de cierras de tuberías, a sea por el uso de bridas con pernos y tuercas o mediante tubos roscados para un mejor ajuste entre elementos.
- Para realizar los trabajos de reglaje, reparación y mantenimiento, la máquina deberá estar parada y desconectada de la alimentación eléctrica.
- La utilización de la máquina queda restringida a uso previsto por el fabricante. Cualquier uso diferente puede ser constituyente de peligro.
- La máquina solo debe ser manipulada por personal que conozca su funcionamiento y sepan fehacientemente las normas de seguridad que se han indican, como aquellas otras que sean de necesarias para garantizar la correcta manipulación de la máquina.

## 11. EVALUACIÓN DE RIESGOS

### Cumplimiento de los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud

#### 11.1. Principios de integración de la seguridad

- Elemento/s afectado/s: Estructura, cuadro eléctrico y motores
- Identificación de riesgos: Riesgo eléctrico
- Acciones tomadas: Instalación y conexión de tomas de tierra en todas las partes susceptibles de generar riesgo eléctrico.

#### 11.2. Materiales y productos

- Elemento/s afectado/s: Toda la máquina
- Identificación de riesgos: Contaminación del agua filtrada. Derivaciones eléctricas de bomba, soplante y aspirador.
- Acciones tomadas: El material que se ha empleado en la construcción de las partes que van a estar en contacto con el agua en su mayoría son acero inoxidable 304 por su resistencia a la corrosión.

Además de la utilización de material NBR para las juntas para proporcionar estanqueidad y material PRFV para la placa superior por su alta resistencia mecánica y frente a agentes químicos.

Las bombas, soplante y aspirador deberán tener la correspondiente declaración de conformidad CE de su fabricante.

#### 11.3. Diseño de la máquina con vistas a su manutención

- Elemento/s afectado/s: Toda la máquina
- Identificación de riesgos: Incorrecta manipulación o transporte
- Acciones tomadas: La máquina por su peso, forma y tamaño no permite su desplazamiento manual. Debe desplazarse mediante el uso de una carretilla o elevador para una correcta manipulación. Independientemente a lo anterior, el filtro una vez colocado en su ubicación definitiva estará convenientemente anclado al suelo.

#### 11.4. Ergonomía

- Elemento/s afectado/s: Elementos provistos de utilización, extracción de pulverizador, sistema de mando.
- Identificación de riesgos: No disponibilidad de espacio suficiente para el uso normal del operario.

Dificultad de introducción/extracción del pulverizador para su limpieza y de la cúpula superior. Incomprensión del sistema de mando.

- Acciones tomadas: Altura adecuada de alojamiento del filtro con suficiente espacio para su mantenimiento correctivo.

Interfaz sencilla, indicadores básicos, comodidad de acceso a los diferentes elementos de control.

#### 11.5. Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando

- Elemento/s afectado/s: Sistema de mando, cuadro eléctrico que controla los motores.
- Identificación de riesgos: Incorrecta identificación de los elementos. Incorrecta identificación de los movimientos de mando.

- Acciones tomadas: El mando solo tiene dos posibles posiciones (paro-marcha) y está situado fuera de la zona de peligro. El sistema de control también permite la realización de movimientos manuales o marcha en automático. La máquina una vez puesta en marcha en automático no requiere efectuar otras maniobras de una manera constante, pues en este tipo de proceso la máquina inicia su trabajo funcionando de manera continuada hasta que sea necesario realizar el cambio del material filtrante, para el cual si que se necesita que un operador realice la carga.

#### 11.6. Órganos de accionamiento

- Elemento/s afectado/s: Sistema de mando, Cuadro eléctrico
- Identificación de riesgos: Incorrecta identificación de los elementos. Incorrecta identificación de los movimientos de accionamiento.
- Acciones tomadas: El diseño de la máquina permite su funcionamiento en modo manual o automático. Durante el modo manual, las electroválvulas y los motores podrán ser accionados a través del terminal de control. El mando paro-marcha solo es posible efectuado mediante una acción voluntaria ejercida por el operador.

#### 11.7. Puesta en marcha

- Elemento/s afectado/s: Todo el equipo
- Identificación de riesgos: Puesta en marcha indebida.
- Acciones tomadas: La puesta en marcha de la máquina sólo es posible efectuarla mediante una acción voluntaria ejercida sobre el mando de paro-marcha previsto para tal efecto. Tras una parada por causas externas a la máquina, se realizará la puesta en marcha accionando de nuevo el contactor por el operador encargado, El sistema debe de estar garantizado para que en caso de fallo de electricidad al volver el suministro solo se pone en marcha al pulsar de una manera voluntaria el mando de marcha.

#### 11.8. Parada normal

- Elemento/s afectado/s: Órganos de accionamiento
- Identificación de riesgos: Imposibilidad de parada.
- Acciones tomadas: La parada de la máquina se realizará mediante el sistema automático de control. También será posible hacerlo mediante el dispositivo marcha- paro ubicado en el cuadro de mando, permite la parada de todos los elementos de la máquina en condiciones seguras.

#### 11.9. Parada operativa

- Elemento/s afectado/s: Órganos de accionamiento
- Identificación de riesgos: Puesta en marcha indebida.
- Acciones tomadas: Para el caso de parada por reparación el sistema garantizará que no se pondrá en marcha la máquina de una forma accidental. Para este el cuadro eléctrico debe de llevar un sistema de bloqueo con cerradura, o el operario que manipule debe desconectar bornes eléctricos. Independientemente a lo anterior el dispositivo marcha paro garantizará que no haya corriente en los distintos elementos eléctricos.

#### 11.10. Parada de emergencia

- Elemento/s afectado/s: Órganos de accionamiento

- Identificación de riesgos: Situaciones peligrosas debidas a la máquina, su funcionamiento o el entorno de trabajo.
- Acciones tomadas: Pulsador de paro de emergencia claramente visible.

#### 11.11. Conjuntos de máquinas

- Elemento/s afectado/s: Órganos de accionamiento
- Identificación de riesgos: Situaciones peligrosas debidas a la máquina, su funcionamiento o el entorno de trabajo.
- Acciones tomadas: En la instalación de la máquina dentro de un montaje en paralelo, debido a la complicidad que esto supone, se dispondrá de un pulsador de paro de emergencia para el conjunto de las máquinas que formen dicho montaje.

#### 11.12. Selección de modos de mando o de funcionamiento

- Elemento/s afectado/s: Órganos de accionamiento
- Identificación de riesgos: Incorrecto modo de funcionamiento
- Acciones tomadas: La máquina dispone de dos modos de funcionamiento (manual y automático) que estarán convenientemente identificados en el panel de mando.

#### 11.13. Fallo de la alimentación de energía

- Elemento/s afectado/s: Todo el equipo.
- Identificación de riesgos: Parada imprevista, con los consecuentes peligros
- Acciones tomadas: En caso de producirse un corte de la energía la máquina quedará totalmente inmovilizada en la configuración de reposo. Cuando vuelve el suministro, teniendo que accionarse por una maniobra voluntaria mediante el correspondiente pulsado de botón de puesta en marcha.

## 12. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS MECÁNICOS

### 12.1. Riesgo de pérdida de estabilidad

- Elemento/s afectado/s: Todo el equipo.
- Identificación de riesgos: Peligro de caída/vuelco de la máquina. Medios de fijación insuficientes o mala colocación.
- Acciones tomadas: La máquina garantiza la estabilidad durante su funcionamiento debido a las 2 fijaciones que se disponen en cada una de las cuatro patas.

### 12.2. Riesgo de rotura en servicio

- Elemento/s afectado/s: Todo el equipo.
- Identificación de riesgos: Desgaste prematuro y rotura de partes.
- Acciones tomadas: Los latiguillos, que son la pieza fundamental para que se produzca la filtración, son los elementos que sufren mas desgaste de toda la estructura de la máquina. En caso de rotura, el agua completaría el circuito sin filtrar siendo la totalidad de la piscina y/o laguna la zona afectada. Por otro lado, debido a los materiales utilizados para la construcción de la estructura (Acero inoxidable AISI-304), es altamente improbable que se produzca una rotura de alguna de los componentes.

### 12.3. Riesgos debidos a la caída y proyección de objetos

- Elemento/s afectado/s: Todo el equipo.
- Identificación de riesgos: Proyección de los distintos elementos amarrados al equipo
- Acciones tomadas: Debido a los materiales utilizados para la construcción de la estructura (Acero inoxidable AISI-304), es altamente improbable que se produzca una rotura de alguno de los componentes. Además, todos los acoplamiento e instrumentación cumplen las diferentes normativas DIN para su instalación y amarre.

### 12.4. Riesgos debidos a superficies, aristas o ángulos

- Elemento/s afectado/s: Superficies aristas o ángulos
- Identificación de riesgos: Riesgo de corte, golpe.
- Acciones tomadas: Todos los filos y cantos han sido redondeados para que los operarios no sufran cortes. La máquina debe ponerse en una zona acotada, separada y señalizada del paso normal de personas, siendo sólo accesible al operador o montador.

### 12.5. Riesgos relacionados con las variaciones de las condiciones de funcionamiento

- Elemento/s afectado/s: Órganos de accionamiento
- Identificación de riesgos: Toma de decisiones incorrectas en cuanto al funcionamiento de los distintos ciclos de funcionamiento del proceso de filtrado.



- Acciones tomadas: El operador deberá tener unas mínimas nociones del funcionamiento de un filtro regenerativo, y de los procesos que en él tienen lugar. Una descripción detallada del funcionamiento estará disponible en el manual del operador.

#### 12.6. Riesgos relacionados con los elementos móviles

- Elemento/s afectado/s: Elementos móviles
- Identificación de riesgos: Atrapamiento, golpes
- Acciones tomadas: Las únicas partes móviles son la bomba de impulsión, la bomba soplante y la bomba de limpieza que, al estar certificadas con marcaje CE, cumplen con los requisitos esenciales de seguridad y salud.

#### 12.7 Riesgos debidos a movimientos no intencionados

- Elemento/s afectado/s: Toda la máquina
- Identificación de riesgos: Golpes y caídas.
- Acciones tomadas: Todos los filos y cantos han sido redondeados para que los operarios no sufran cortes. La máquina estará en una zona acotada, separada y señalizada del paso normal de personas, siendo sólo accesible al operador o montador, quien deberá guardar la debida diligencia.

### 13. ESTUDIO DE FILTRACIÓN

La filtración regenerativa con perlita es una de las mayores innovaciones que se han realizado hasta el momento en materia de filtración. Ésta se basa en los tres principios básicos que se exponen a continuación.

#### **El medio filtrante:**

La perlita es un mineral volcánico que se expande y se tritura para obtener un polvo químicamente inerte y poroso. Esta se introduce en el interior de los filtros y se forma una capa que recubre toda la superficie.

Esta capa permite la retención de los sólidos clarificando el agua de la piscina. Además, a medida que va reteniendo partículas, la capa de perlita reduce su porosidad. Esto sucede hasta alcanzar el final de su ciclo de filtración.

#### **La regeneración:**

Los filtros regeneran de forma periódica y automática la capa de perlita mediante una agitación mecánica. Así, se forma una y otra vez una nueva capa, lo que permite que el ciclo se extienda durante varias semanas.

Por eso que los filtros no requieren de ninguna intervención por parte de los trabajadores durante largos periodos de tiempo. Además, durante el proceso de regeneración, que es automático, no se consume agua.

La filtración

Los estudios indican que la filtración con perlita mejora enormemente los resultados de otros medios. La capacidad de retención para partículas de tamaño de 5 micras es del 99,9%. Y, para las partículas de 1 micras es del 56,5%.

Para una Piscina de 60 m<sup>3</sup> de agua la regeneración duraría aproximadamente 5-6h dependiendo de la velocidad a la que se programe la bomba.

$$60\text{m}^3 / 6 \text{ h} = 10\text{m}^3/\text{h}$$

Para 10 m<sup>3</sup>/h se utilizaría el modelo 400.

Con una velocidad de impulsión de 3m/s lo que equivale a un caudal de filtración de 18 m<sup>3</sup>/h

Cantidad de perlita cada 4 semanas. Aproximadamente 5 Kg.

### 13.1. Cálculos de un filtro regenerativo

Tabla 22, Fuente propia, Cálculos de los filtros

<b>Diámetro del filtro (mm)</b>	<b>400</b>	<b>600</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b>	<b>1600</b>
Diámetro de latiguillos (mm)	14	14	14	14	14	14
Altura latiguillos (m)	1	1	1	1	1	1
Densidad de la perlita (kg/m <sup>3</sup> )	150	150	150	150	150	150
Espesor de perlita (mm)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Superficie una fibra (m <sup>2</sup> )	0,0439	0,0439	0,0439	0,0439	0,0439	0,0439
Superficie TOTAL fibras (m <sup>2</sup> )	3,694	9,852	19,176	32,370	40,463	73,890
Superficie perlita (m <sup>2</sup> )	6,069	16,185	31,503	53,180	66,476	121,391
Número de latiguillos	84	224	436	736	920	1680
Velocidad de impulsión (m/s)	5	5	5	5	5	5
Cantidad de perlita (kg)	3,295	8,787	17,104	28,873	36,092	65,907
Caudal de filtración (m <sup>3</sup> /h)	30,347	80,927	157,519	265,904	332,380	606,955
Velocidad de impulsión (m/s)	3	3	3	3	3	3
Cantidad de perlita (kg)	4	9	18	29	36	66
Caudal de filtración (m <sup>3</sup> /h)	18	49	95	160	200	364
Velocidad de impulsión (m/s)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
Cantidad de perlita (kg)	4	9	18	29	36	66
Caudal de filtración (m <sup>3</sup> /h)	20	53	102	173	216	395
Velocidad de impulsión (m/s)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Cantidad de perlita (kg)	4	9	18	29	36	66
Caudal de filtración (m <sup>3</sup> /h)	21	57	110	186	233	425
Velocidad de impulsión (m/s)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75

Cantidad de perlita (kg)	4	9	18	29	36	66
Caudal de filtración (m3/h)	23	61	118	199	249	455
Velocidad de impulsión (m/s)	4	4	4	4	4	4
Cantidad de perlita (kg)	4	9	18	29	36	66
Caudal de filtración (m3/h)	24	65	126	213	266	486
Velocidad de impulsión (m/s)	5	5	5	5	5	5
Cantidad de perlita (kg)	4	9	18	29	36	66
Caudal de filtración (m3/h)	30	81	157	266	332	607
Tubería (pulgadas)	2" 1/2	4"	6"	8"	10"	12"
Tubería (mm)	65 mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm
Caudal mínimo/máximo (m3/h)	18/30	49/81	95/158	160/266	200/332	364/607
Caudal medio tubo a 3 m/s (m3/h)	36	81	170	301	461	655

### 13.2. Fórmulas para los cálculos de filtración

Superficie una fibra (m2):

$$\text{Superficie de una fibra } m^2 = \frac{\pi \times \text{Diámetro latiguillo}}{1000 \times \text{Altura latiguillo}}$$

Superficie TOTAL fibras (m2)

$$\text{Superficie total fibras } m^2 = \frac{\pi \times \text{Diámetro latiguillo}}{1000 \times \text{Altura latiguillo} \times \text{Número latiguillos}}$$

Superficie perlita (m2)

$$\text{Superficie perlita } m^2 = \frac{\pi \times (\text{Diámetro latiguillo} + (2 \times \text{Espesor perlita}))}{1000 \times \text{Altura de latiguillo} \times \text{Número latiguillos}}$$

Cantidad de perlita (kg)

$$\begin{aligned} &\text{Cantidad de perlita (Kg)} \\ &= \frac{\pi \times H \text{ latiguillo} \times \left( \left( \frac{D. \text{latiguillo}}{2 + \text{Espesor Perlita}} \right)^2 - \left( \frac{D. \text{latiguillo}}{2} \right)^2 \right) \times \rho \text{ perlita} \times N. \text{latiguillos}}{10^6} \end{aligned}$$

Caudal de filtración (m<sup>3</sup>/h)

$$\text{Caudal de filtración} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = \text{Superficie Perlita} \times \text{Velocidad de impulsión}$$

Comparación con otros tipos de filtración:

**Filtro de arena:**

Diámetro de 650 mm

Caudal de filtración: 50 m<sup>3</sup>/h

**Filtro Neptune Benson:**

Diámetro de 572

Caudal de filtración: 64 m<sup>3</sup>/h

**Filtro Regfilter:**

Diámetro de 600

Caudal de filtración: 81 m<sup>3</sup>/h máximo.

## 14. PRESUPUESTO

Para la elaboración de este presupuesto se ha intentado respetar en todo momento un presupuesto económico con las mejores prestaciones de cada elemento.

Los precios de cada elemento son reales, pero sin contar de que varios de ellos se dispondrían de la misma empresa y con lo cual realizando pedidos de mayor envergadura se conseguiría alguna rebaja frente al precio que se va a presentar en este presupuesto.

Inicialmente, como se trata de una estimación aproximada de un presupuesto, se ha elegido un filtro de tamaño intermedio en este caso un filtro de DN800.

Todos los materiales necesarios para la construcción vienen enumerados en el ANEXO I.

En una primera propuesta de presupuesto a la empresa cántabra “**Metal Tres C.b.**” Empresa encargada de proporcionar todas las partes en acero AISI 304 contando bridas y acoplamientos necesarios para la instalación de un filtro.

El presupuesto bajo planos de un filtro DN800 es de aproximadamente 4432€

El siguiente elemento necesario en la instalación es la bomba de impulsión la cual tiene que proporcionar el caudal de trabajo del filtro. Indicado en los cálculos de filtración, apartado 13. Este caudal es de entre 95 y 180 m<sup>3</sup>/h.

Realizando una búsqueda exhaustiva de las bombas referencia en el sector de la filtración, la bomba que mejor se adapta a las condiciones de trabajo de filtración es:

- Bomba Magnus 2-1500 de 15hp y 180m<sup>3</sup>/h como caudal de trabajo nominal.
  - o Precio: 2199€.

El soplador encargado de la limpieza del interior en el periodo de mantenimiento preventivo en el proceso de regeneración para provocar un desprendimiento de la perlita de los latiguillos y mejorar la filtración.

- Soplador centrífugo EBM-PAPST RV45-3/14s
  - o Tensión de alimentación 24V
  - o Caudal aire 410 l/min
  - o Precio 310€

El aspirador, elemento utilizado para introducir la perlita dentro del filtro.

- Aspirador 20L 1200W Stayer BC1200D
  - o Precio 29,99€

Toda la tornillería de todas las partes del filtro incluyendo tornillos tuercas y arandelas

- Tornillos tuercas y arandelas de acero Inoxidable
  - o Precio 850€

Cuadro eléctrico

- Precio 1270€

- No esta incluido el precio de toda la instalación eléctrica, solo de los elementos básicos para el funcionamiento del filtro de la toma de tensión e instalación de protección se tendría que ocupar el cliente junto con la compañía eléctrica.

Tubería de PVC calculado el precio para aproximadamente una instalación de 15 m aproximadamente incluyendo en este precio los codos y demás elementos necesarios

- Precio 350€

Juntas de PRFV situadas en las bridas para proporcionar estanqueidad en el sistema

- Precio 899€

Válvulas que componen el circuito de filtración de 6"

Para esta aplicación se utilizarán 7 válvulas de mariposa.

- Precio: 1 válvula de mariposa de 6" 490€
- Total: 3340€

Medidor de nivel

- Bewimer TL231
  - o Precio 49,29€

Presostato

- RS PRO de 2,5 bar a 1 bar
  - o Precio 39,50€

Purgador

- Purgador Flexvent
  - o Precio 11,20€

PEEK

PEEK 185€ kg                      0,5 kg cada 1 m2

Sabiendo que la superficie total necesaria es de 19,1762 m2

El coste total de todos los latiguillos es de 1773,79€

En este precio también se incluye el precio del muelle interior y de su fabricación

Tabla 23, Fuente propia, Presupuesto Filtro DN 800

Presupuesto Filtro DN 800			
Articulo	Precio unidad	Cantidad	Precio Total Con IVA
Cuerpo/estructura principal	4432€	1	4432€
Bomba	2199€	2	4398€
Soplador	310€	2	620€
Aspirador	29,99€	2	59,98€
Tornilleria	4€	104	416€
Cuadro eléctrico	1270€	1	1270€
Tuberias y accesorios	350€		350€
Juntas PRFV	899€	4	3596€
Válvulas de mariposa	490€	7	3430€
Medidor de nivel	49,49€	2	98,98€
Presostato	39,5€	2	79€
Purgador	11,2€	2	22,4€
PEEK	1773,79€		1773,79€
Coste total (aprox)			20546,15€

\*Este presupuesto es una estimación del coste de los materiales para a construcción del filtro DN800, en el no esta incluido el precio de diseño inicial, el precio de las horas que costaría la construcción del filtro. Tampoco el precio del coste del diseño de la instalación para la cual va a estar diseñado ni el coste de el cableado eléctrico.

Al tratarse de un modelo experimental una vez se tenga un primer modelo construido y en funcionamiento se acabaría de completar el coste total de un filtro DN800.



## 15). CONCLUSIONES

Una vez terminado el proyecto se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Actualmente, el proceso de filtrado mas común es la filtración con arena debido al desconocimiento de esta nueva tecnología. Y, aunque hay que realizar una fuerte inversión inicial en la filtración regenerativa, con el paso del tiempo este tipo de filtros se impondrán a los de arena por las mejores prestaciones en el proceso y el mejor aprovechamiento del espacio.
2. El diseño del producto esta pensado en aumentar su atractivo visual sobre la competencia, al tiempo que hace mas económico su mantenimiento.
3. Al ser una instalación ideal, el presupuesto ha considerado la cantidad de accesorios mínima para que el filtro funcione. En una instalación real, el número de accesorios aumentaría por lo que también lo haría el presupuesto.
4. El uso de latiguillos para realizar la filtración ha demostrado, que a igualdad de tamaño entre filtros regenerativos y de arena el rendimiento de los primeros es muy superior.
5. El elemento mas característico de esta instalación es la máquina soplante que ha demostrado su mayor eficiencia frente a los métodos de limpieza de las otras empresas del sector de filtros regenerativos.
6. La elección de “*Metal Tres C.b.*” como empresa encargada del proceso constructivo ofrece una relación calidad/precio óptima.

## 16). REFERÉNCIAS BILIOGRÁFICAS

1. Máquinas Prontuario (13ª edición 2017) Técnica, máquinas y herramientas.  
Autor: N.Larburu.  
Editorial: Paraninfo  
Consulta: Diciembre 2020
2. Máquinas Cálculos de taller (2008),  
Autor: A.L.Casillas,  
Consulta: Diciembre 2020  
Editorial: Casillas
3. Real decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de equipos a presión.  
Consulta: Enero 2021  
Autor: B.O.E.
4. Real decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.  
Consulta: Febrero 2021  
Autor: B.O.E.
5. Decisión Nº 768/2008/CE del Parlamento europeo y del consejo el 9 de julio de 2008 sobre un marco común para la comercialización de los productos.  
Consulta: Febrero 2021  
Publicado: Diario oficial e la Unión Europea
6. Reglamento (CE) Nº 765/2008 del parlamento europeo y del consejo el 9 de julio de 2008 por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de productos.  
Consulta: Enero 2021  
Publicado: Diario oficial e la Unión Europea
7. Directiva 2006/42/CE del parlamento europeo y del consejo del 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.  
Consulta: Enero 2021  
Publicado: Diario oficial e la Unión Europea.
8. Guía para la aplicación de la directiva 2006/42/CE relativa a máquinas.  
Consulta: Febrero 2021  
Autor: IAN FRASER  
Publicado por: Comisión europea empresa e industria

9. Real decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de máquinas.  
Consulta: Enero 2021  
Autor: B.O.E.
10. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo.  
Consulta: Enero 2021  
Autor: Ministerio de trabajo e inmigración y Instituto nacional e seguridad e higiene en el trabajo  
Edición: 2006
11. Comisión europea Mercado CE de los productos de construcción paso a paso.  
Consulta: Enero 2021  
Autor: Comisión Europea
12. [https://www.poolaria.com/blog/10\\_guia-compra-depuradora.html](https://www.poolaria.com/blog/10_guia-compra-depuradora.html)  
Consulta: Marzo 2021  
Descripción: Explicación general de los componentes de filtración en piscinas.
13. <http://acgpiscinas.com/tipos-filtros-piscinas/>  
Consulta: Marzo 2021  
Descripción: Explicación de diferentes filtros de piscina actuales.
14. <https://www.piscinasathena.com/tipo-filtro-mejor-para-tu-piscina/>  
Consulta: Marzo 2021  
Descripción: Explicación de diferentes filtros de piscina actuales.
15. <https://www.piscinaideal.com/consejos-piscina/filtros-para-piscinas-como-elegir-y-consejos-de-utilizacion/>  
Consulta: Marzo 2021  
Descripción: Explicación de diferentes filtros de piscina actuales.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Grado.***  
***ANEXOS***

## 17). ANEXOS:

### 17.1. ANEXO I. MATERIALES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL FITLRO

### 17.2. ANEXO II. PLANOS CONTRUCTIVOS FILTROS

- D400
- D600
- D800
- D1000
- D1200
- D1600

### 17.3. ANEXO III. PLANOS ELÉCTRICOS

## 17.1. ANEXO I. MATERIALES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL FITLRO

### Filtro D400

Tabla Tornilleria: en 304 L. Fuente propia.

Tornilleria	Cantidad
Tornillo M12	4
Tuerca M12	4
Arandela M12	4
Tornillo M6	4
Tuerca M6	4
Arandela M6	4
Tornillo M20	16
Tuerca M20	16
Arandela M20	16
Arandela M10	4
Tuerca M10	4

Cuadro Eléctrico  
Cantidad: 1

Brida DN400  
DIN 2576 PN6  
Cantidad: 2

Junta  
Material: NBR  
Cantidad: 2

Angulares de alas iguales  
Perfil L40  
Cantidad: 2

Medidor de nivel 1 ½”  
Cantidad: 1

Purgador 1 ½”  
Cantidad:1

Manómetro ½”  
Cantidad: 2

Brida 2 ½”  
Cantidad: 2

Tapón roscado ½”  
Cantidad: 1

Tapón roscado 1 ½"

Cantidad: 2

Aspirador STAYER BC1200D

Cantidad: 1

Bomba suministro de agua

Cantidad: 1

Soplante

Cantidad: 1

Abrazadera BIS HD500 (BUP1000)

Cantidad: 1

Placa PRFV (Plano placa D400)

Cantidad: 1

Brida ciega DN 40 PN6

Cantidad: 1

Tubo roscado ½"

Cantidad: 2m

Tubo roscado 1 ½"

Cantidad: 2m

Tubo roscado ¼"

Cantidad: 2m

Tubo ½"

Cantidad: 2m

Tubo 1 ½"

Cantidad: 2m

Tubo 2 1/2"

Cantidad: 2m

Varilla roscada M10

Cantidad: 2m

Varilla roscada M30

Cantidad: 2m

## **Filtro D600**

Tabla Tornilleria: en 304 L. Fuente propia

Tornilleria	Cantidad
Tornillo M12	4
Tuerca M12	4
Arandela M12	4
Tornillo M6	4
Tuerca M6	4
Arandela M6	4
Tornillo M24	20
Tuerca M24	20
Arandela M24	20
Arandela M10	4
Tuerca M10	4

Cuadro Eléctrico

Cantidad: 1

Brida D600

DIN 2576 PN6

Cantidad: 2

Junta

Material: NBR

Cantidad: 2

Angulares de alas iguales

Perfil L40

Cantidad: 2

Medidor de nivel 1 ½"

Cantidad: 1

Purgador 1 ½"

Cantidad: 1

Manómetro ½"

Cantidad: 2

Brida 4"

Cantidad: 2

Tapón roscado ½"

Cantidad: 1

Tapón roscado 1 ½"

Cantidad: 2



Aspirador STAYER BC1200D  
Cantidad: 1

Bomba suministro de agua  
Cantidad: 1

Soplante  
Cantidad: 1

Abrazadera BIS HD500 (BUP1000)  
Cantidad: 1

Placa PRFV (Plano placa D400)  
Cantidad: 1

Brida ciega PN6  
Cantidad: 1

Tubo roscado ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado ¼”  
Cantidad: 2m

Tubo ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 4”  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M10  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M30  
Cantidad: 2m

## **Filtro D800**

Tabla Tornilleria: en 304 L. Fuente propia.

Tornilleria	Cantidad
Tornillo M12	4
Tuerca M12	4
Arandela M12	4
Tornillo M6	4
Tuerca M6	4
Arandela M6	4
Tornillo M27	24
Tuerca M27	24
Arandela M27	24
Arandela M10	4
Tuerca M10	4

Cuadro Eléctrico

Cantidad: 1

Brida DN800

DIN 2576 PN6

Cantidad: 2

Junta

Material: NBR

Cantidad: 2

Angulares de alas iguales

Perfil L40

Cantidad: 2

Medidor de nivel 1 ½"

Cantidad: 1

Purgador 1 ½"

Cantidad: 1

Manómetro ½"

Cantidad: 2

Brida 6"

Cantidad: 2

Tapón roscado ½"

Cantidad: 1

Tapón roscado 1 ½”  
Cantidad: 2

Aspirador STAYER BC1200D  
Cantidad: 1

Bomba suministro de agua  
Cantidad: 1

Soplante  
Cantidad: 1

Abrazadera BIS HD500 (BUP1000)  
Cantidad: 1

Placa PRFV (Plano placa D400)  
Cantidad: 1

Brida ciega DN 40 PN6  
Cantidad: 1

Tubo roscado ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado ¼”  
Cantidad: 2m

Tubo ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 6”  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M10  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M30  
Cantidad: 2m

## **Filtro D1000**

Tabla Tornilleria: en 304 L. Fuente propia

Tornilleria	Cantidad
Tornillo M12	4
Tuerca M12	4
Arandela M12	4
Tornillo M6	4
Tuerca M6	4
Arandela M6	4
Tornillo M27	28
Tuerca M27	28
Arandela M27	28
Arandela M10	4
Tuerca M10	4

Cuadro Eléctrico

Cantidad: 1

Brida DN1000

DIN 2576 PN6

Cantidad: 2

Junta

Material: NBR

Cantidad: 2

Angulares de alas iguales

Perfil L40

Cantidad: 2

Medidor de nivel 1 ½"

Cantidad: 1

Purgador 1 ½"

Cantidad: 1

Manómetro ½"

Cantidad: 2

Brida 8"

Cantidad: 2

Tapón roscado ½"

Cantidad: 1

Tapón roscado 1 ½”  
Cantidad: 2

Aspirador STAYER BC1200D  
Cantidad: 1

Bomba suministro de agua  
Cantidad: 1

Soplante  
Cantidad: 1

Abrazadera BIS HD500 (BUP1000)  
Cantidad: 1

Placa PRFV (Plano placa D400)  
Cantidad: 1

Brida ciega PN6  
Cantidad: 1

Tubo roscado ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado ¼”  
Cantidad: 2m

Tubo ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 8”  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M10  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M30  
Cantidad: 2m

## **Filtro D1200**

Tabla Tornilleria: en 304 L. Fuente propia.

Tornilleria	Cantidad
Tornillo M12	4
Tuerca M12	4
Arandela M12	4
Tornillo M6	4
Tuerca M6	4
Arandela M6	4
Tornillo M33	32
Tuerca M33	32
Arandela M33	32
Arandela M10	4
Tuerca M10	4

Cuadro Eléctrico

Cantidad: 1

Brida DN1200

DIN 2576 PN6

Cantidad: 2

Junta

Material: NBR

Cantidad: 2

Angulares de alas iguales

Perfil L40

Cantidad: 2

Medidor de nivel 1 ½"

Cantidad: 1

Purgador 1 ½"

Cantidad: 1

Manómetro ½"

Cantidad: 2

Brida 10"

Cantidad: 2

Tapón roscado ½"

Cantidad: 1

Tapón roscado 1 ½”  
Cantidad: 2

Aspirador STAYER BC1200D  
Cantidad: 1

Bomba suministro de agua  
Cantidad: 1

Soplante  
Cantidad: 1

Abrazadera BIS HD500 (BUP1000)  
Cantidad: 1

Placa PRFV (Plano placa D400)  
Cantidad: 1

Brida ciega PN6  
Cantidad: 1

Tubo roscado ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo roscado ¼”  
Cantidad: 2m

Tubo ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 1 ½”  
Cantidad: 2m

Tubo 10”  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M10  
Cantidad: 2m

Varilla roscada M30  
Cantidad: 2m

## **Filtro D1600**

Tabla Tornilleria: en 304 L. Fuente propia.

Tornilleria	Cantidad
Tornillo M12	4
Tuerca M12	4
Arandela M12	4
Tornillo M6	4
Tuerca M6	4
Arandela M6	4
Tornillo M33	40
Tuerca M33	40
Arandela M33	40
Arandela M10	4
Tuerca M10	4

Cuadro Eléctrico

Cantidad: 1

Brida DN1600

DIN 2576 PN6

Cantidad: 2

Junta

Material: NBR

Cantidad: 2

Angulares de alas iguales

Perfil L40

Cantidad: 2

Medidor de nivel 1 ½"

Cantidad: 1

Purgador 1 ½"

Cantidad: 1

Manómetro ½"

Cantidad: 2

Brida 12"

Cantidad: 2

Tapón roscado ½"

Cantidad: 1



Tapón roscado 1 ½"

Cantidad: 2

Aspirador STAYER BC1200D

Cantidad: 1

Bomba suministro de agua

Cantidad: 1

Soplante

Cantidad: 1

Abrazadera BIS HD500 (BUP1000)

Cantidad: 1

Placa PRFV (Plano placa D400)

Cantidad: 1

Brida ciega PN6

Cantidad: 1

Tubo roscado ½"

Cantidad: 2m

Tubo roscado 1 ½"

Cantidad: 2m

Tubo roscado ¼"

Cantidad: 2m

Tubo ½"

Cantidad: 2m

Tubo 1 ½"

Cantidad: 2m

Tubo 12"

Cantidad: 2m

Varilla roscada M10

Cantidad: 2m

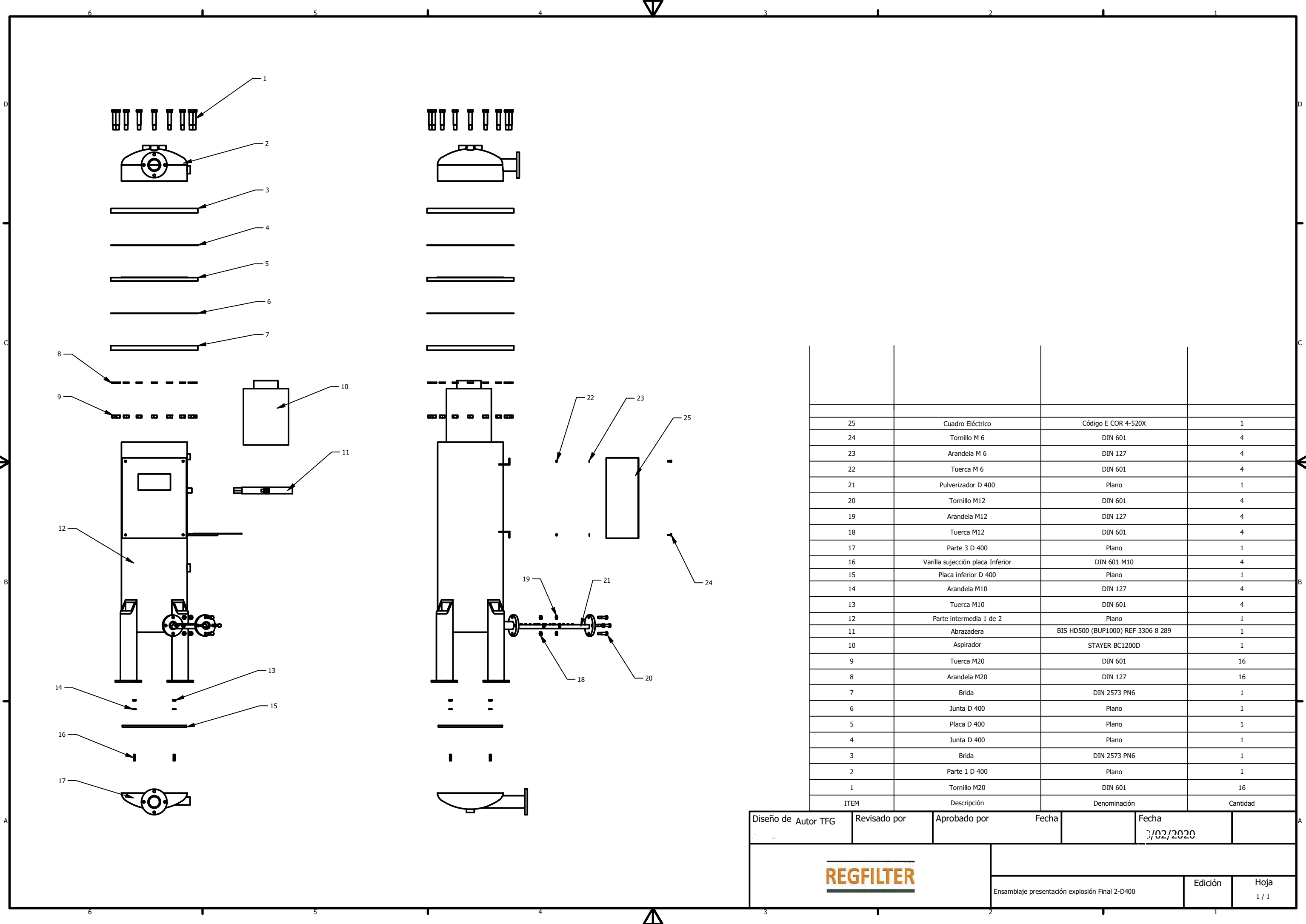
Varilla roscada M30

Cantidad: 2m

## 17.2. ANEXO II. PLANOS CONSTRUCTIVOS FILTROS

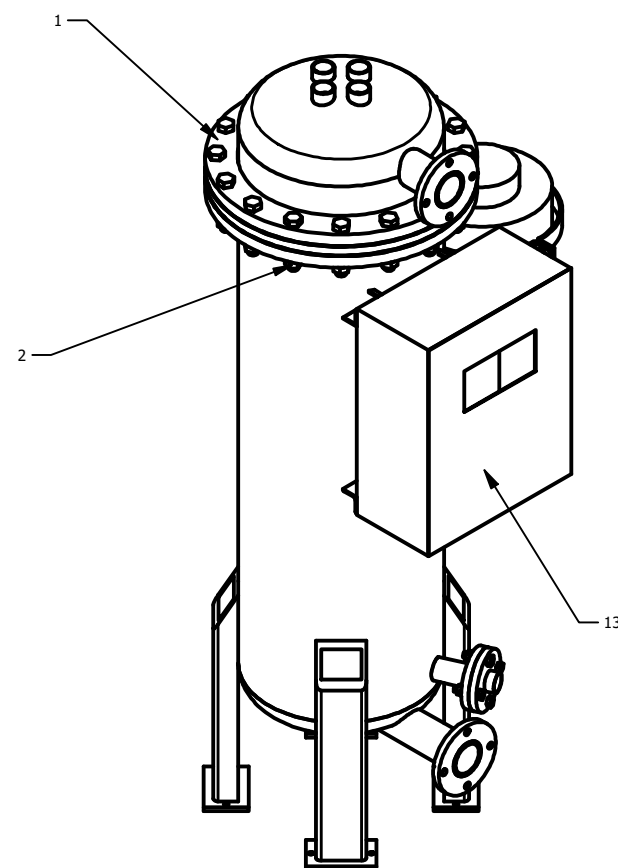
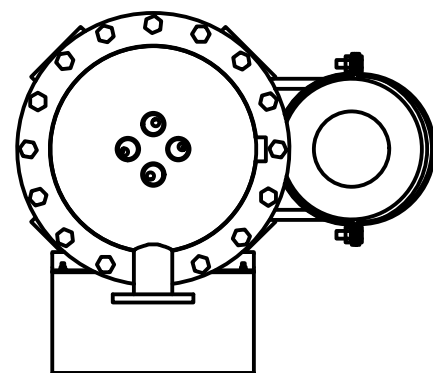
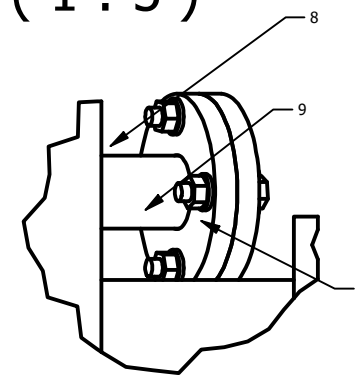
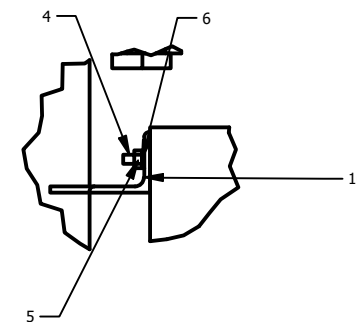
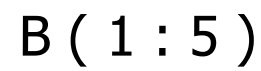
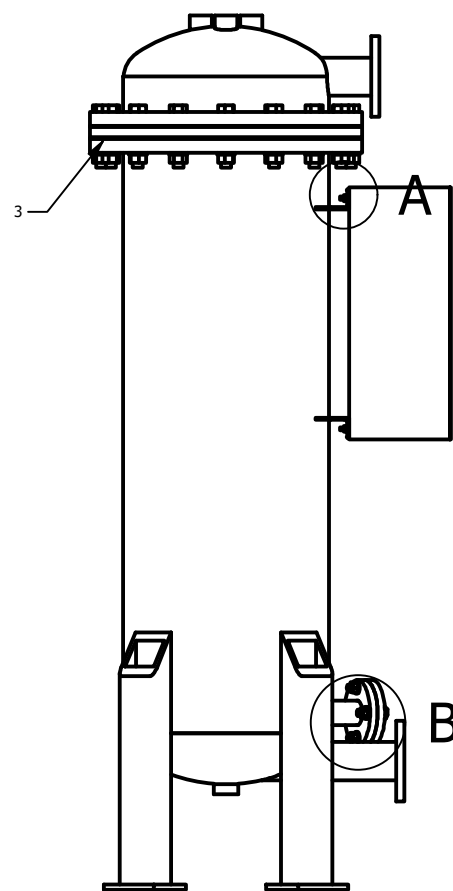
- D400
- D600
- D800
- D1000
- D1200
- D1600

## 17.3. ANEXO III. PLANOS ELÉCTRICOS




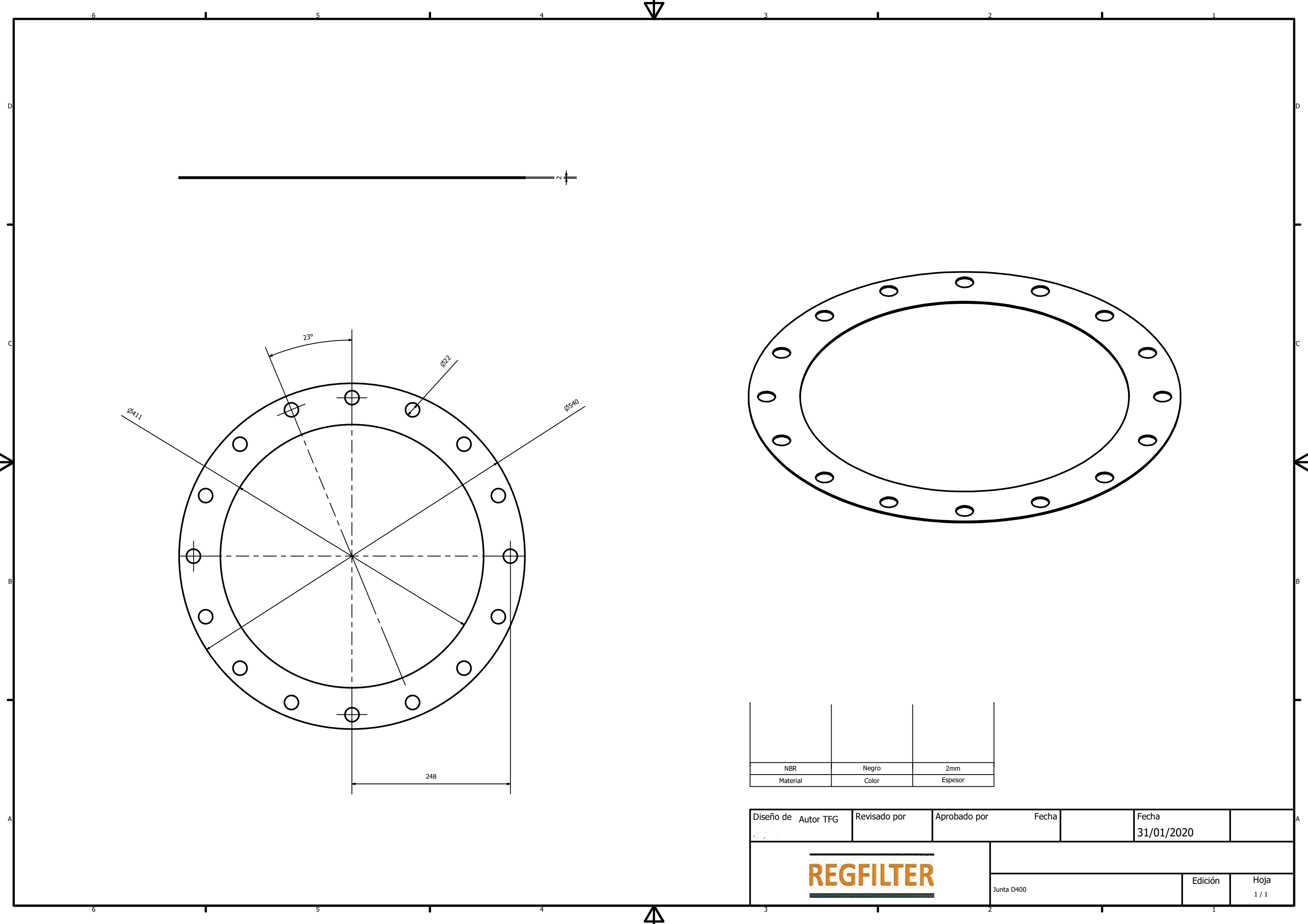
25	Cuadro Eléctrico	Código E COR 4-520X	1
24	Tornillo M 6	DIN 601	4
23	Arandela M 6	DIN 127	4
22	Tuerca M 6	DIN 601	4
21	Pulverizador D 400	Plano	1
20	Tornillo M12	DIN 601	4
19	Arandela M12	DIN 127	4
18	Tuerca M12	DIN 601	4
17	Parte 3 D 400	Plano	1
16	Varilla sujeción placa Inferior	DIN 601 M10	4
15	Placa inferior D 400	Plano	1
14	Arandela M10	DIN 127	4
13	Tuerca M10	DIN 601	4
12	Parte intermedia 1 de 2	Plano	1
11	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1
10	Aspirador	STAYER BC1200D	1
9	Tuerca M20	DIN 601	16
8	Arandela M20	DIN 127	16
7	Brida	DIN 2573 PN6	1
6	Junta D 400	Plano	1
5	Placa D 400	Plano	1
4	Junta D 400	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 PN6	1
2	Parte 1 D 400	Plano	1
1	Tornillo M20	DIN 601	16
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

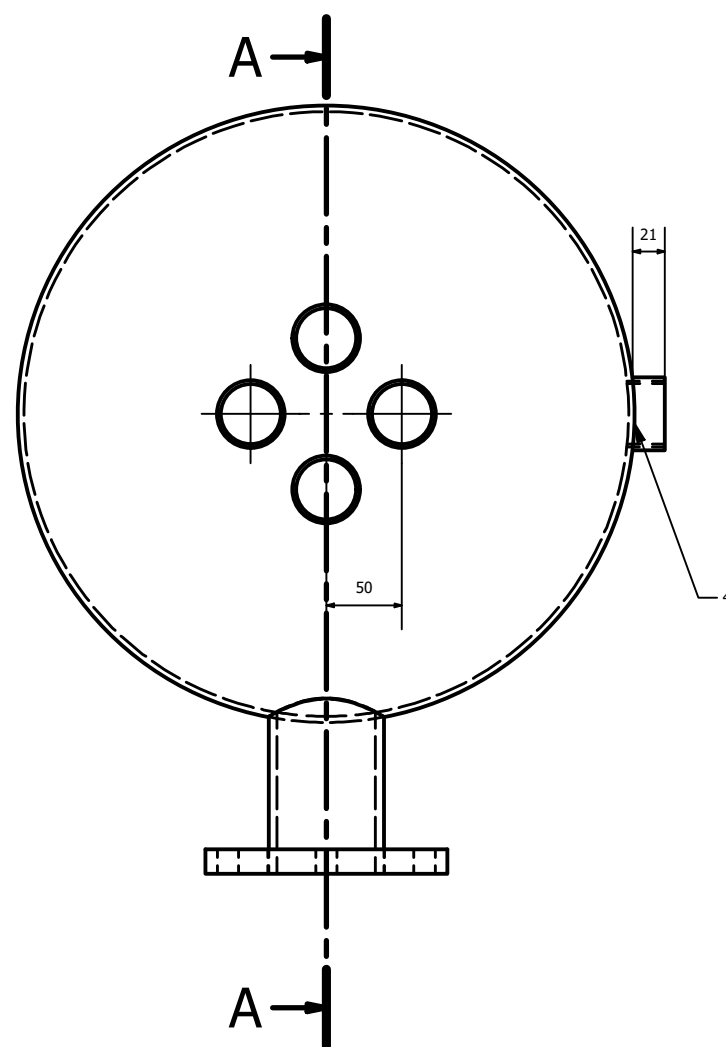
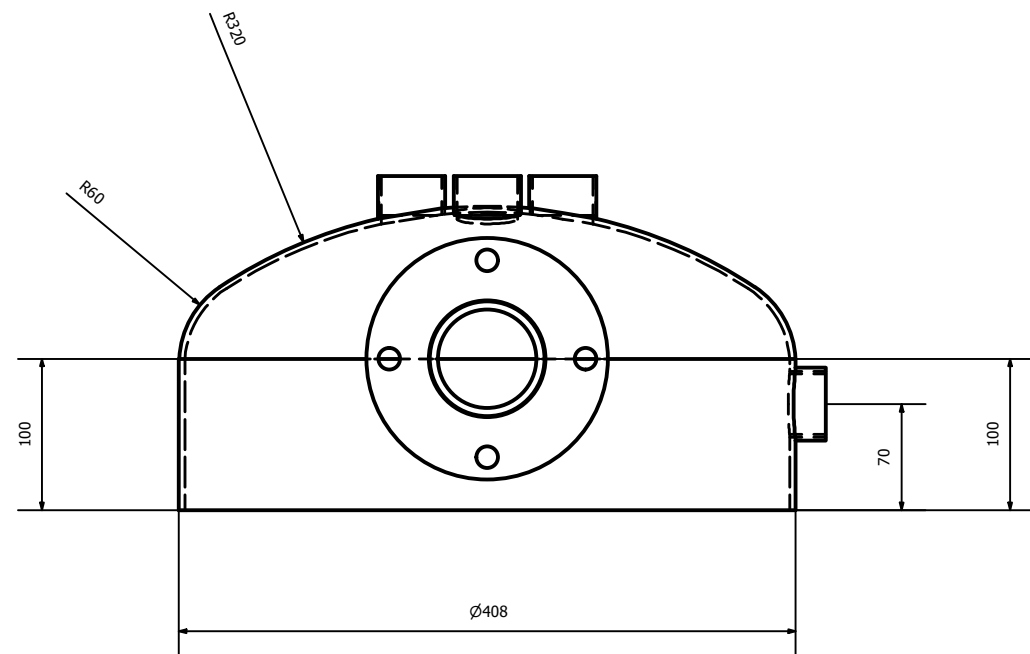
Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
					3/02/2020	
			Ensamblaje presentación explosión Final 2-D400			
			Edición	Hoja 1 / 1		



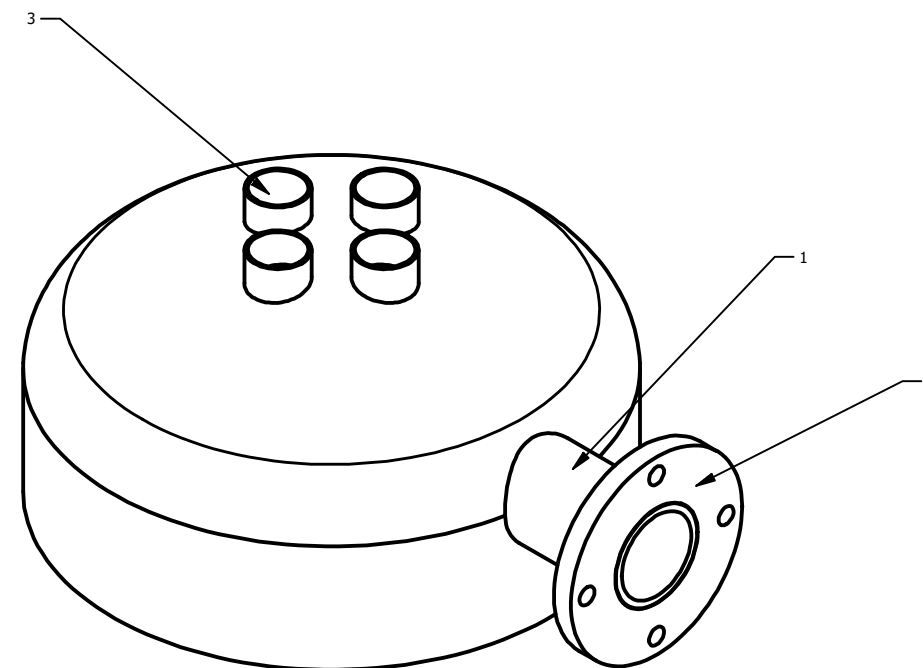
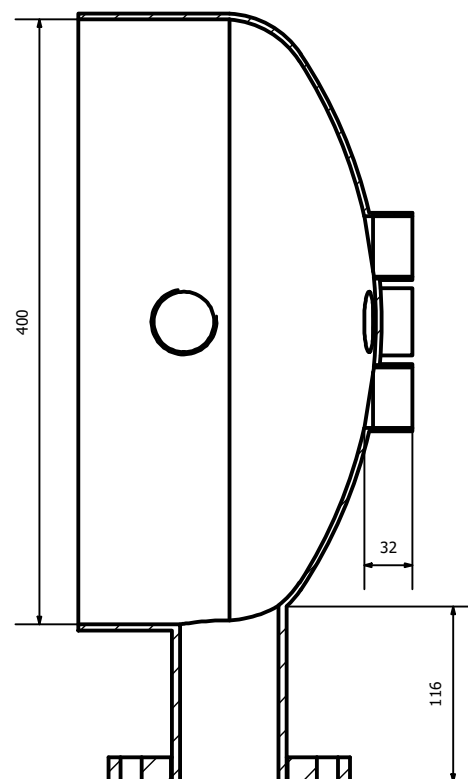
14	Placa superior	Plano	1
13	Cuadro Eléctrico	Código E COR4-520X	1
12	Junta	Plano	2
11	Brida	DIN 2573 PN 6	2
10	Angulares de alas iguales	Perfil L 40	2
9	Arandela M12	DIN 127	4
8	Tuerca M12	DIN 601	4
7	Tornillo M12	DIN 601	4
6	Arandela M6	DIN 127	4
5	Tuerca M6	DIN 601	4
4	Tornillo M6	DIN 601	4
3	Arandela M20	DIN 127	16
2	Tuerca M20	DIN 601	16
1	Tornillo M20	DIN 601	16
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						06/02/2020	
							
				EnsamblajeFinal D400		Edición	Hoja 1 / 1



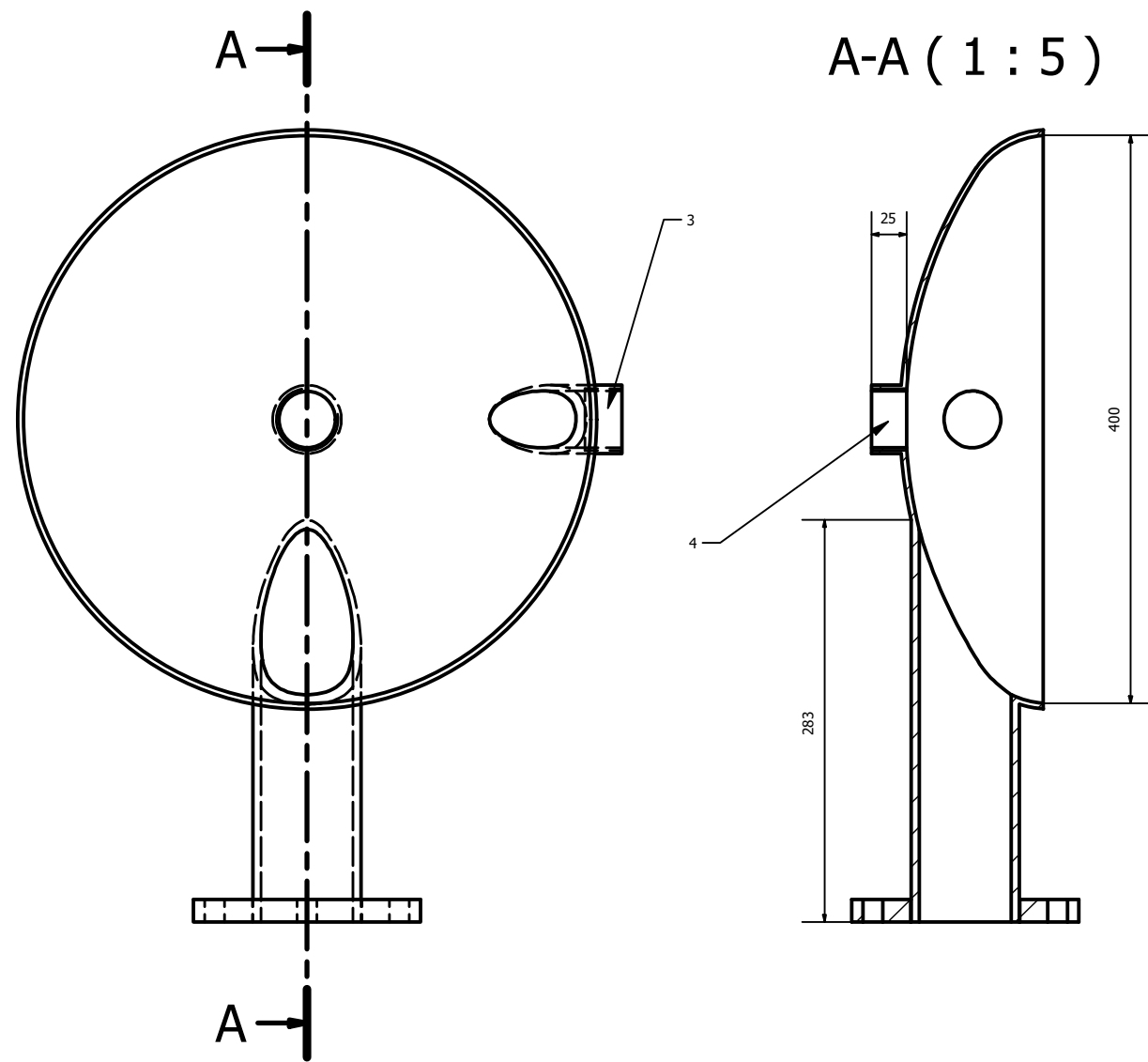
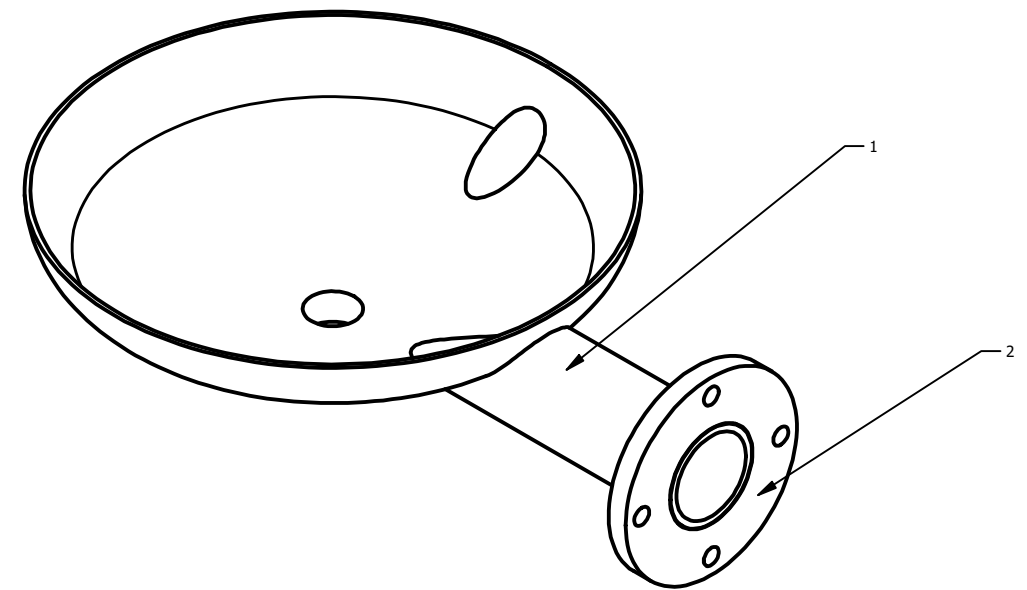
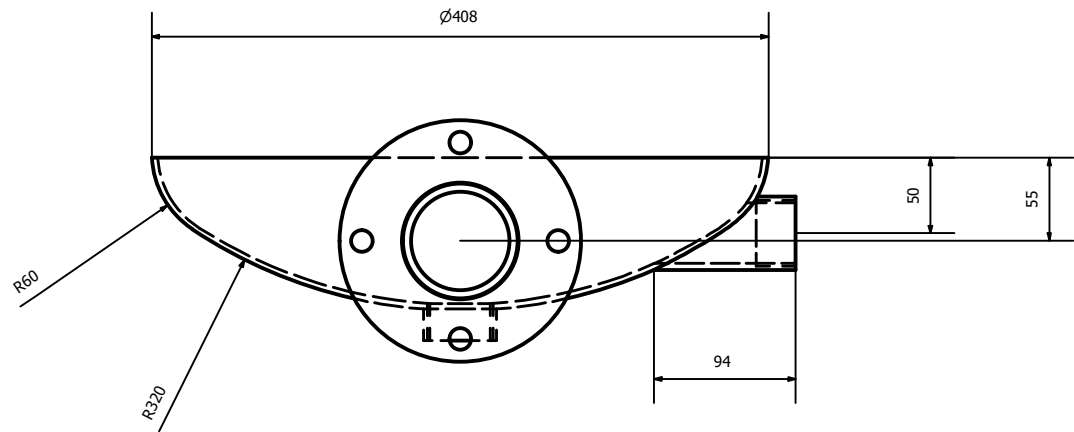


A-A ( 1 : 5 )



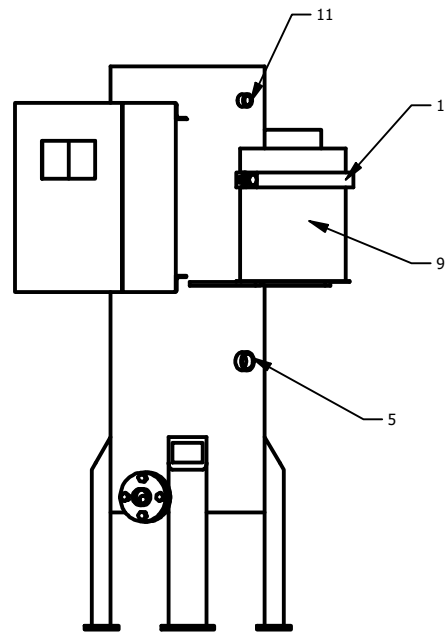
4	Tubo Roscado Manómetro	DIN 2573 1/2" DIN 259 1/2"	1
3	Tubo Roscado	DIN 2573 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	4
2	Brida 2 1/2"	DIN 2573	1
1	Tubo 2 1/2"	DIN 2573	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	06/02/2020	
REGFILTER				Parte 1 D400				Edición
				Hoja 1 / 1				

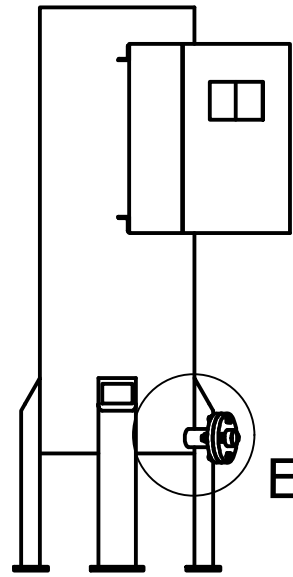


4	Tubo desagüe roscado	DIN 2573 1/2" DIN 259 1/2"	1
3	Tubo aireción roscado	DIN 2573 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
2	Brida 6"	DIN 2573	1
1	Tubo 6"	DIN 2573	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

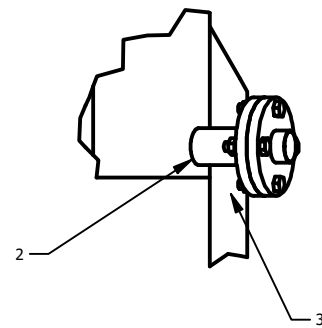
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					06/02/2020	
REGFILTER				Edición		
Parte 3 D400				Hoja		
				1 / 1		



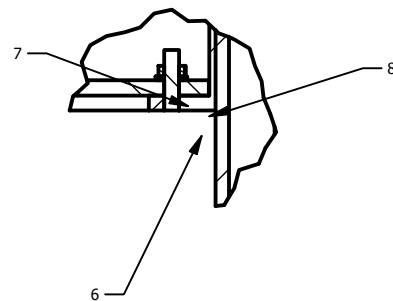
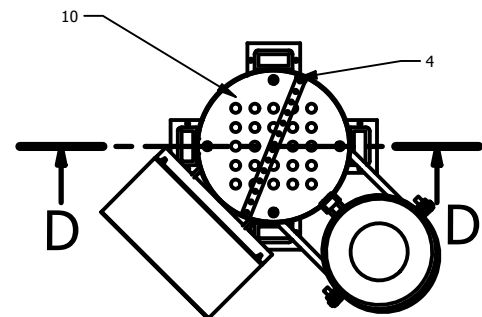
D-D ( 1/20 )



E ( 1 : 10 )



F ( 1 : 5 )

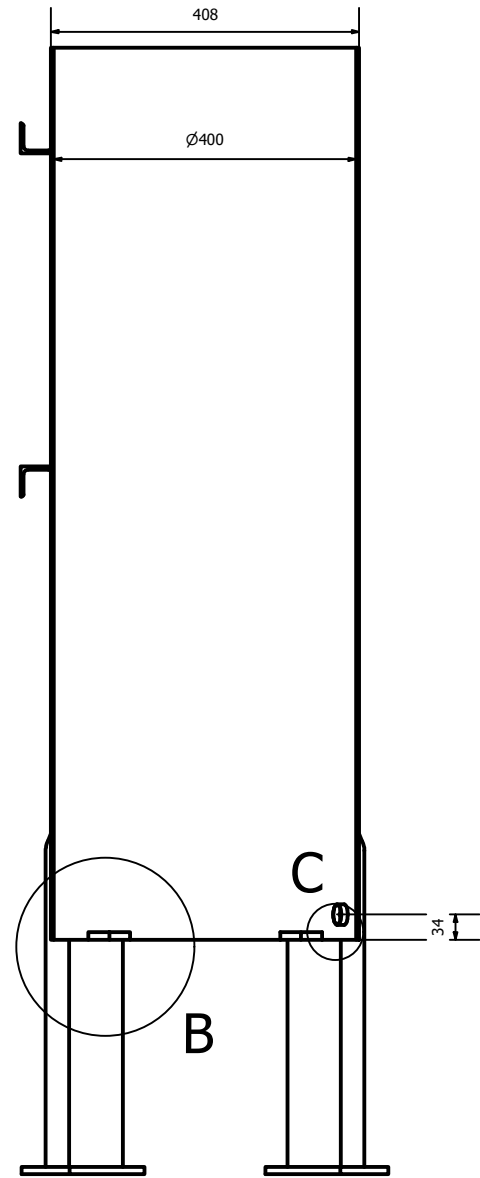


11	Tubo Roscado Manómetro	DIN 259 1/2" DIN 2573 1/2"	1
10	Placa inferior	Plano	1
9	Aspirador	STAYER BC1200D	1
8	Arandela	DIN 127 M10	4
7	Tuerca	DIN 601 M10	4
6	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
5	Tubo Roscado Perlita	DIN 259 1 1/2" DIN 2573 1 1/2"	1
4	Pulverizador	Plano	1
3	Brida 1 1/2"	DIN 2573	1
2	Tubo 1 1/2"	DIN 2573	1
1	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	06/02/2020	
<div>REGFILTER</div>								
				Parte intermedia 1 de 1				

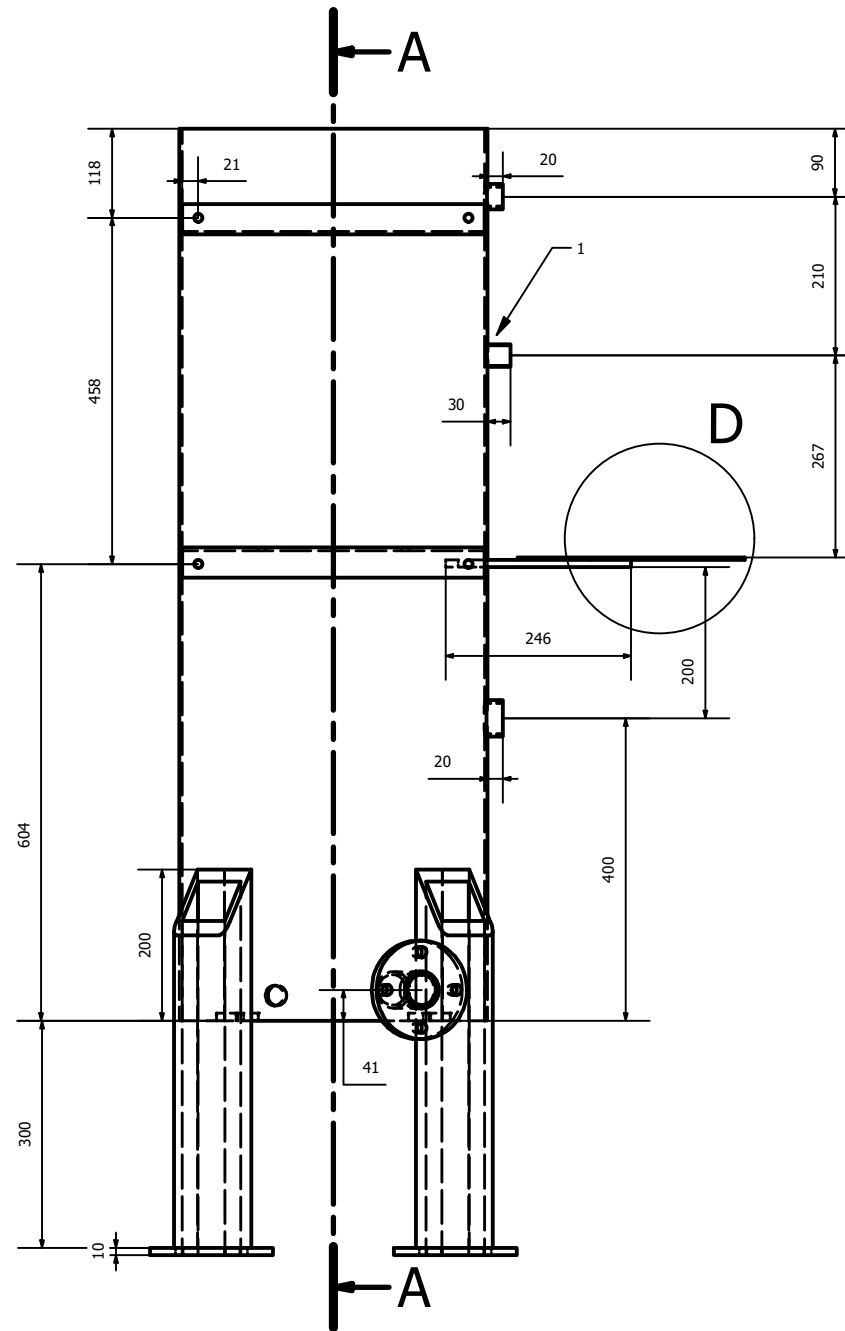
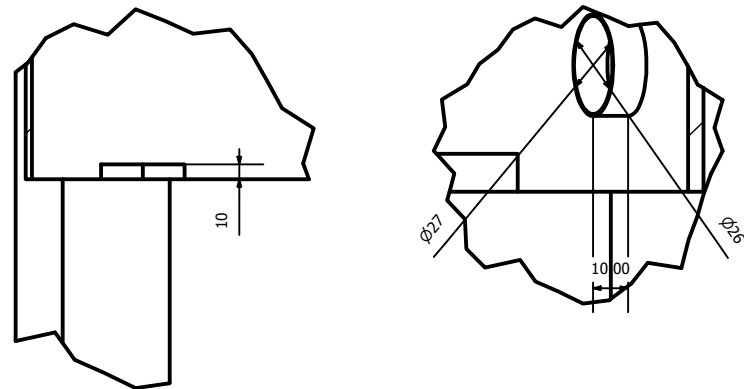


A-A ( 1/10 )

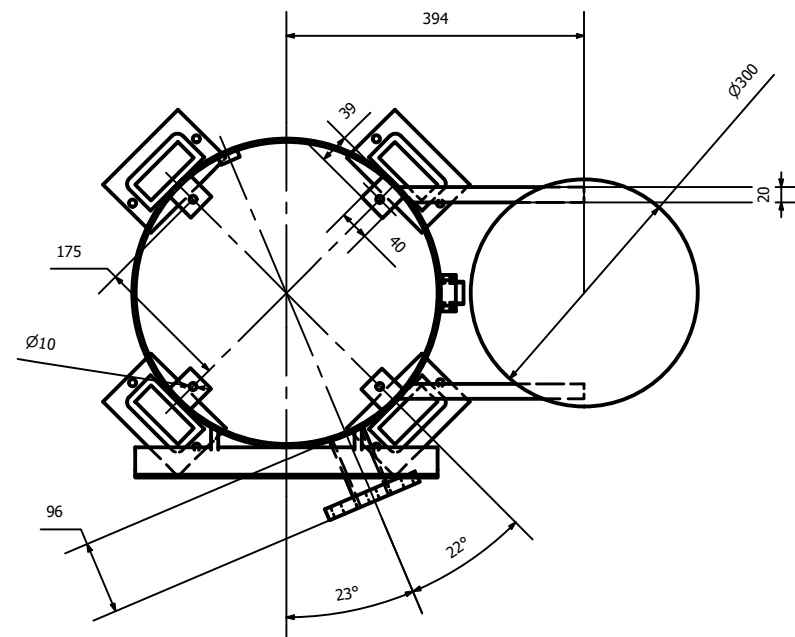
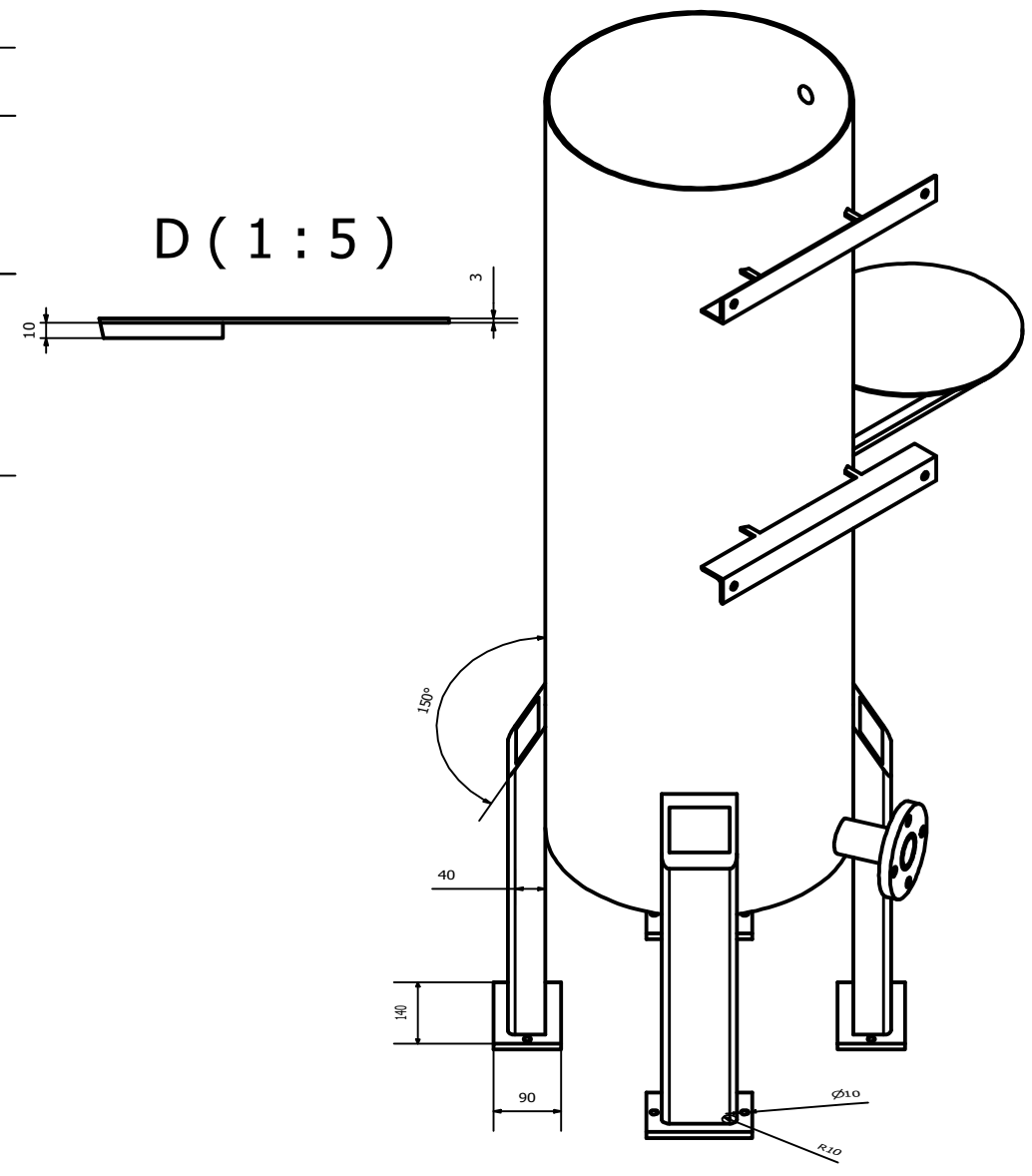


C ( 1 : 2 )

B ( 1 : 5 )

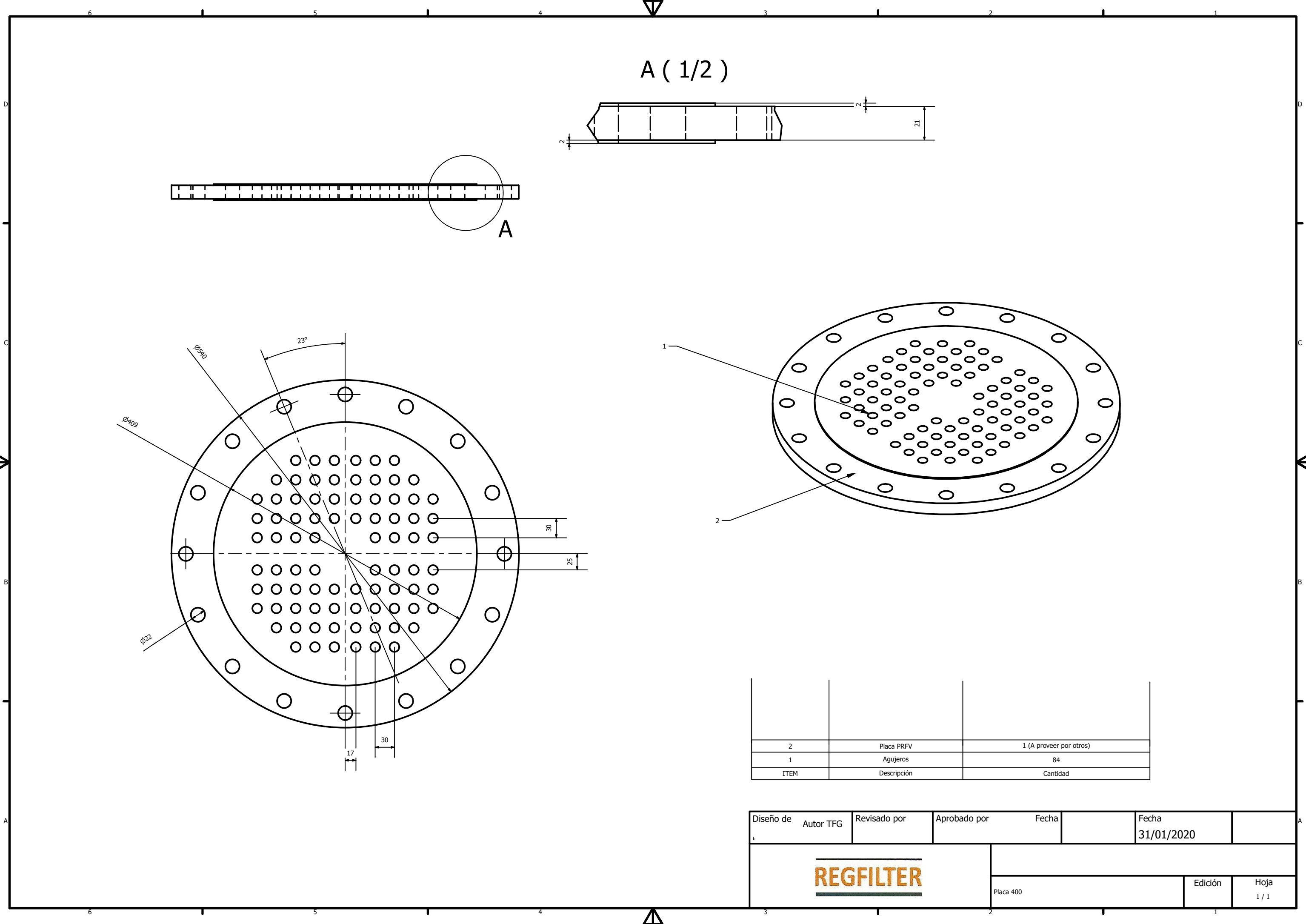


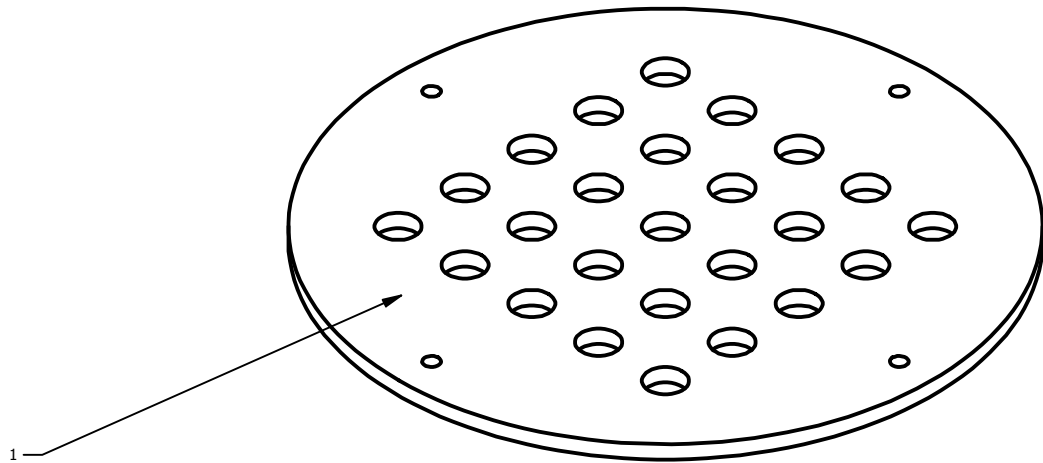
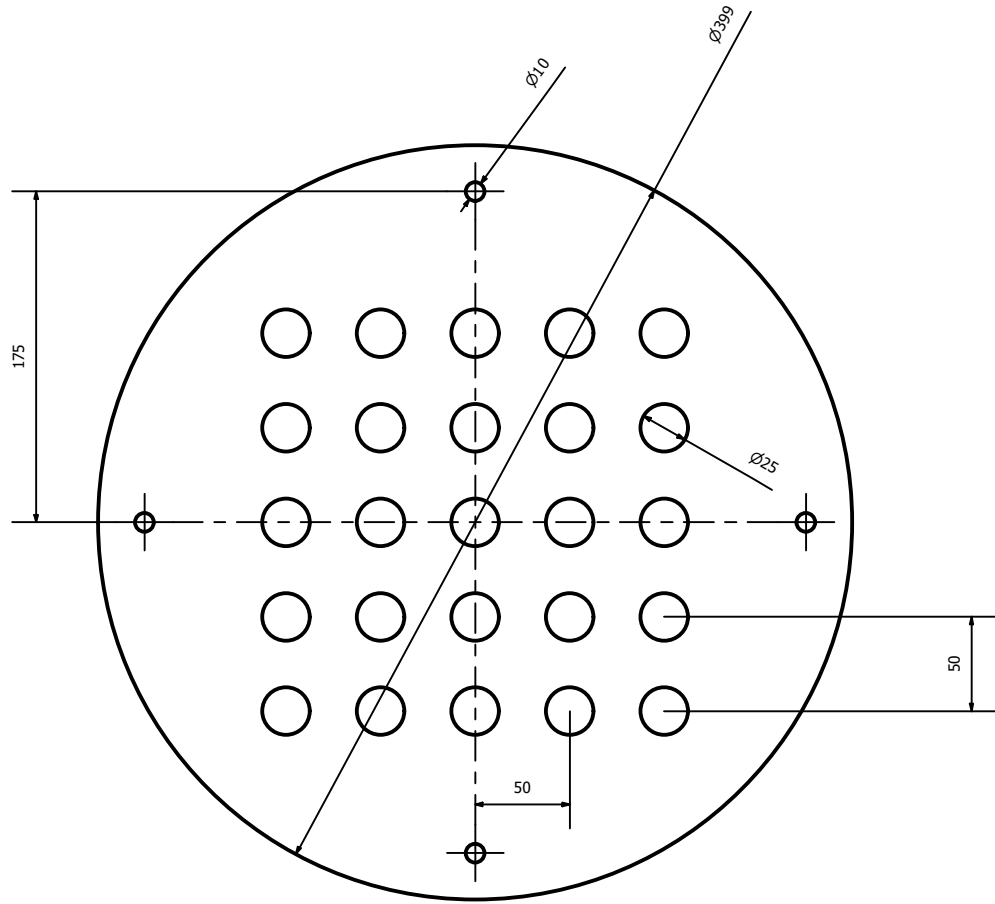
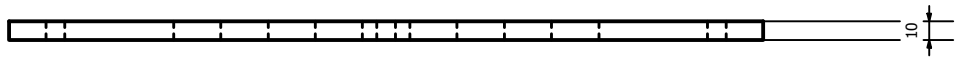
D ( 1 : 5 )



1	Barra Roscada	DIN 601 M30	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

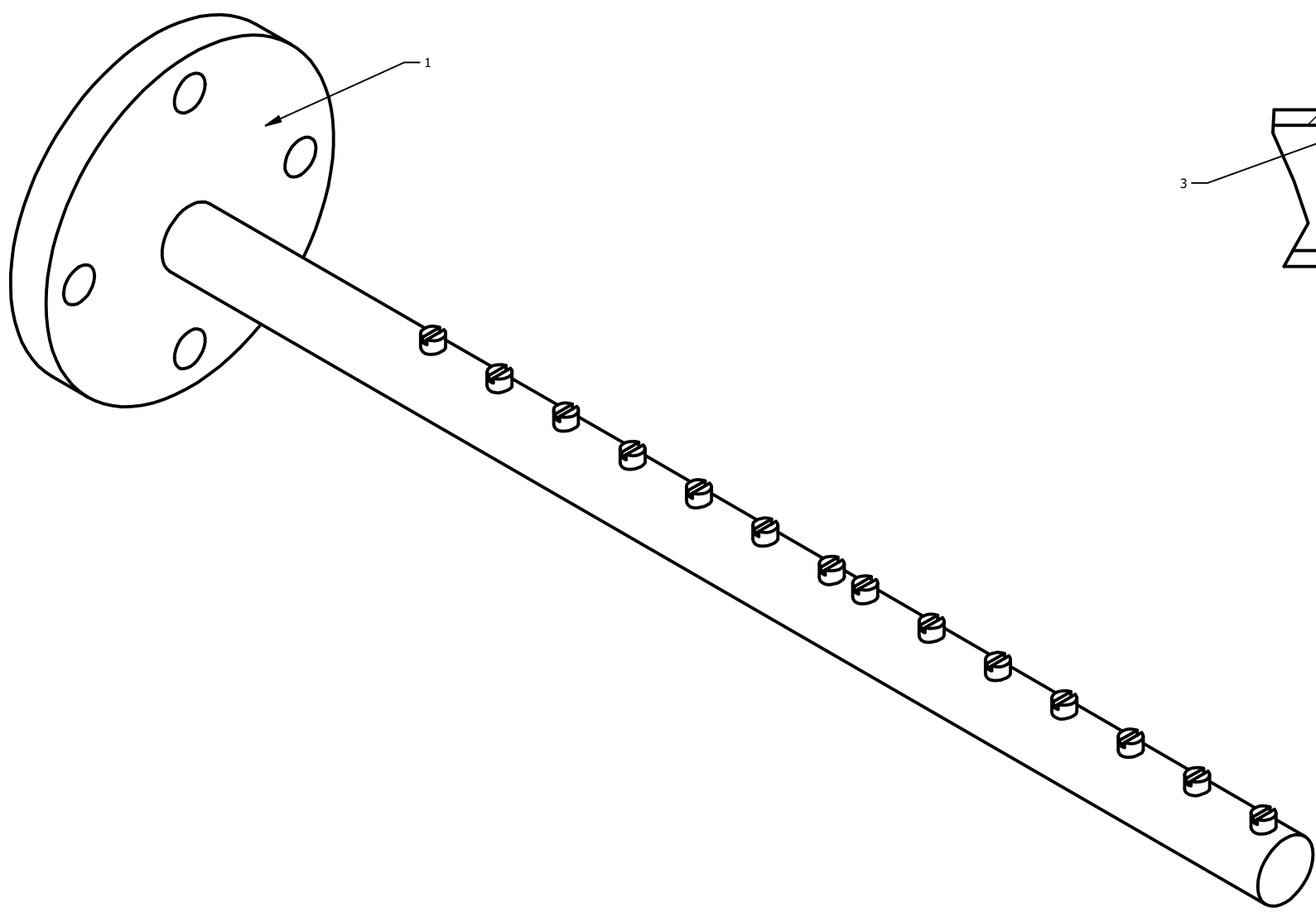
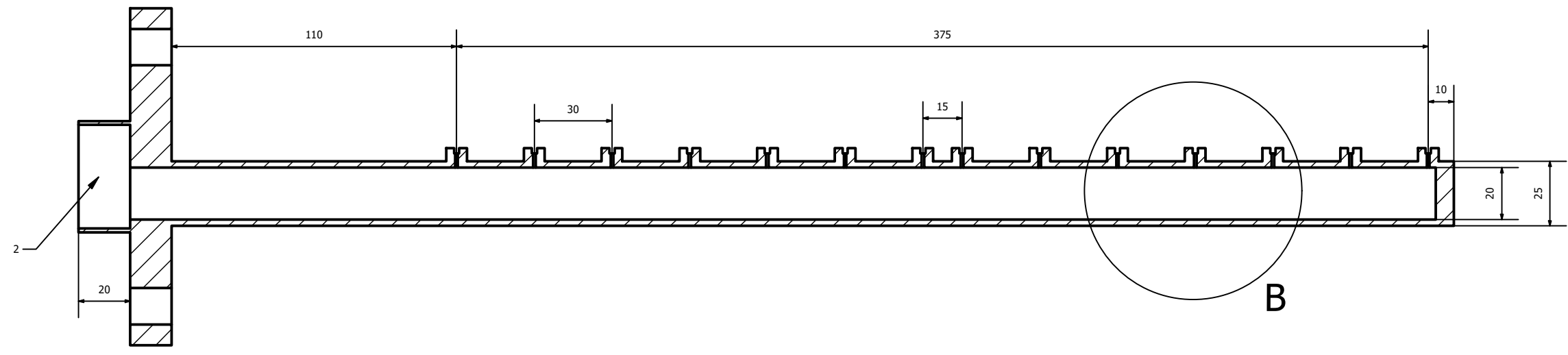
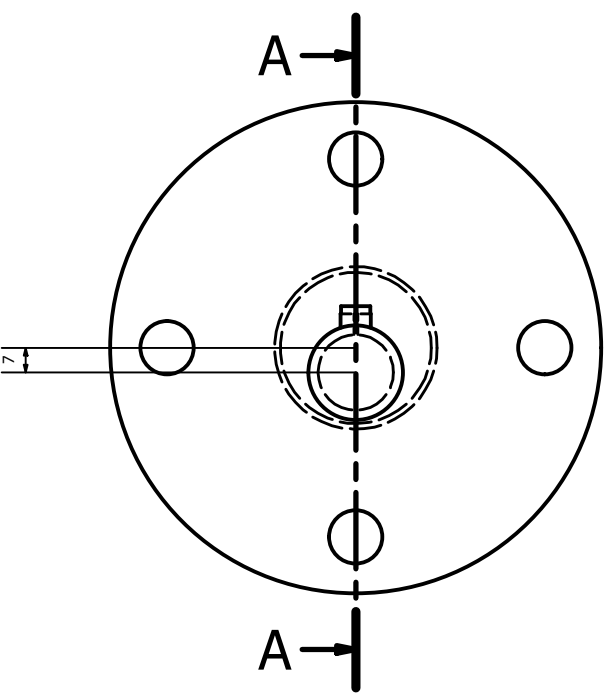
Diseño de Regfilter	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 06/02/2020	
REGFILTER				Parte intermedia 1 de 2 D400		
				Edición	Hoja 1 / 1	



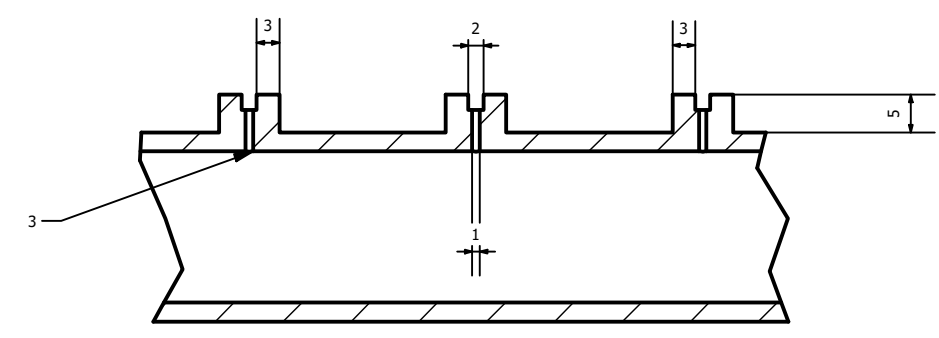


1	Placa PVC	1 (A proveer por otros)
ITEM	Descripción	Cantidad

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				06/02/2020	
REGFILTER			Placa inferior 400		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	

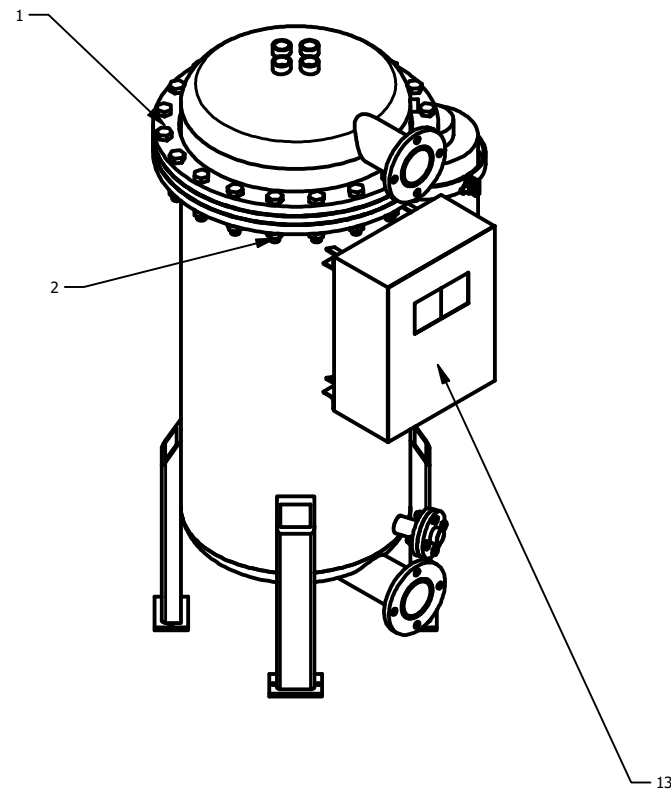
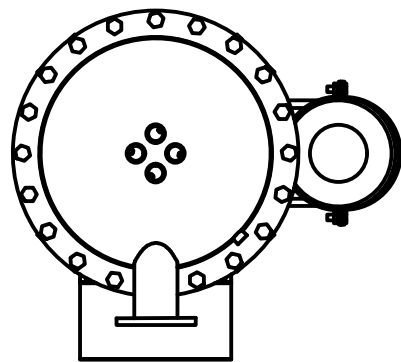
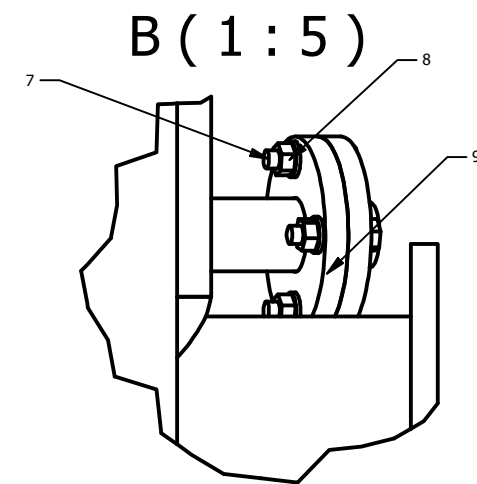
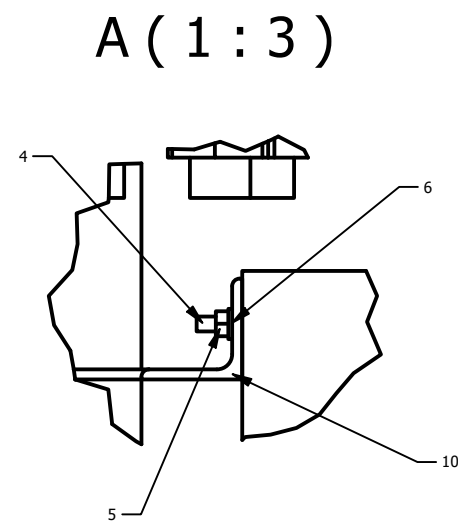
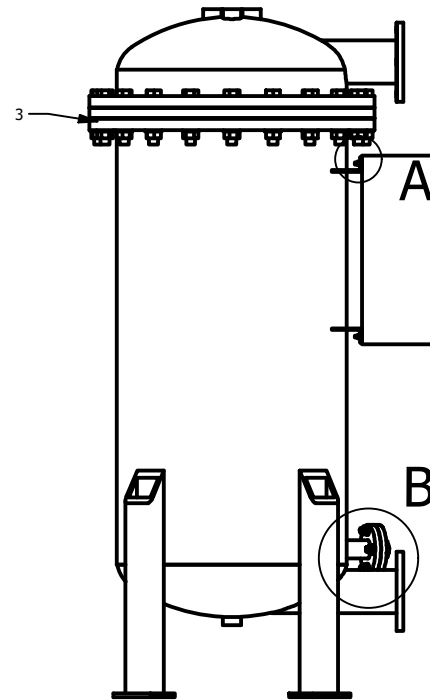
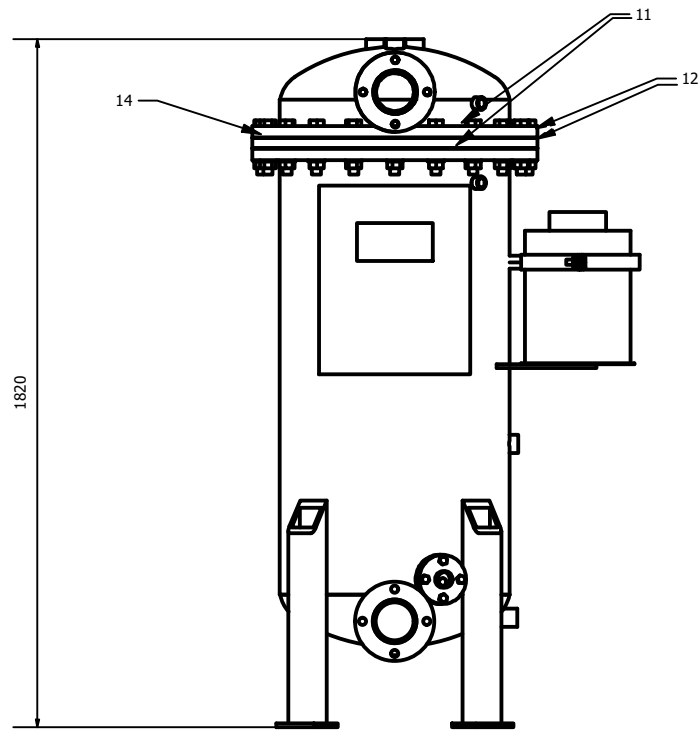


B ( 1 : 1 )



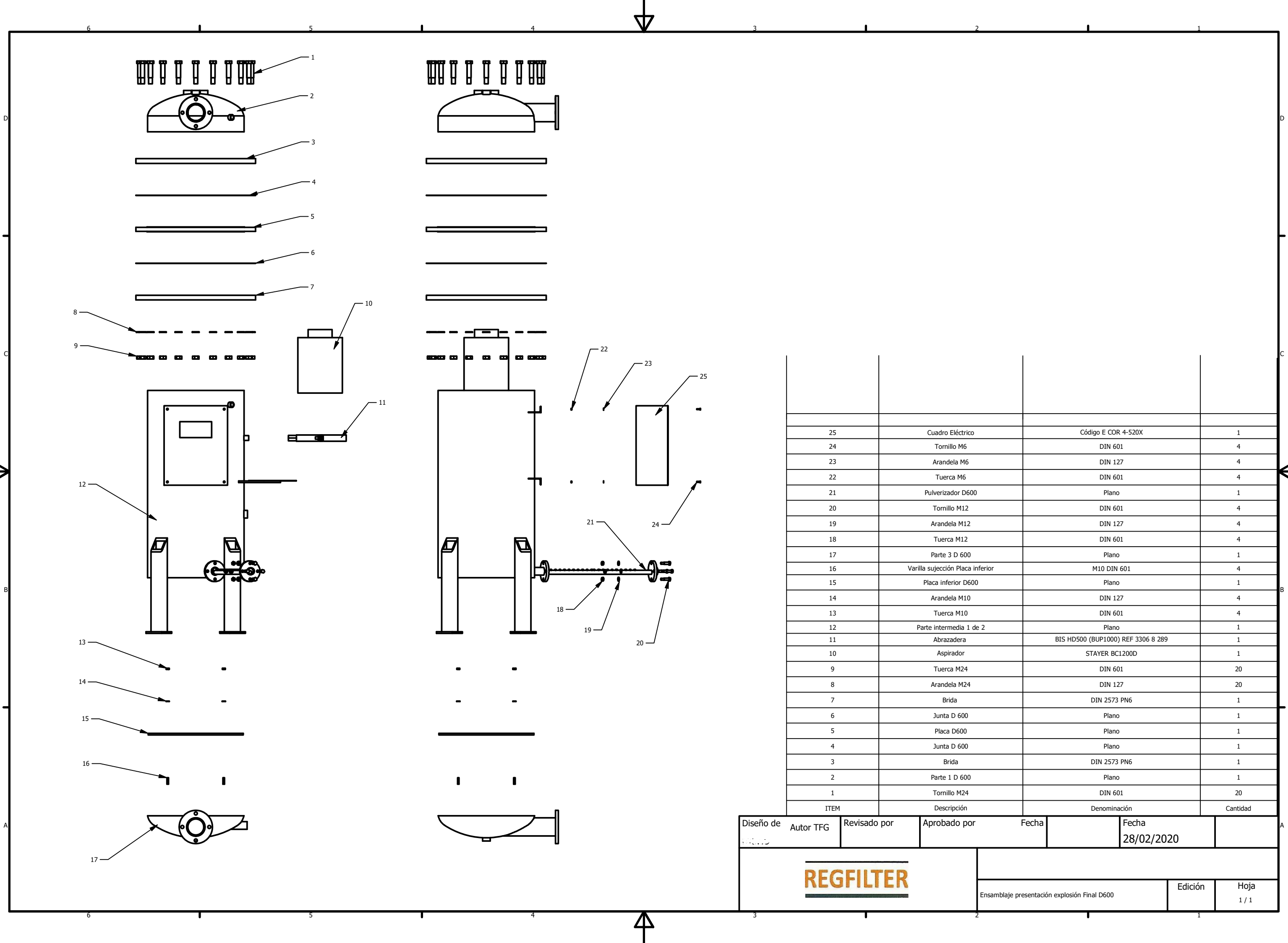
3	Tubo Roscado	DIN 259 1/4"	14
2	Tubo Roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2"	1
1	Brida ciega	DIN 2527 PN 6	1
1	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
					06/02/2020	
			Rociador 400		Edición	Hoja 1 / 1



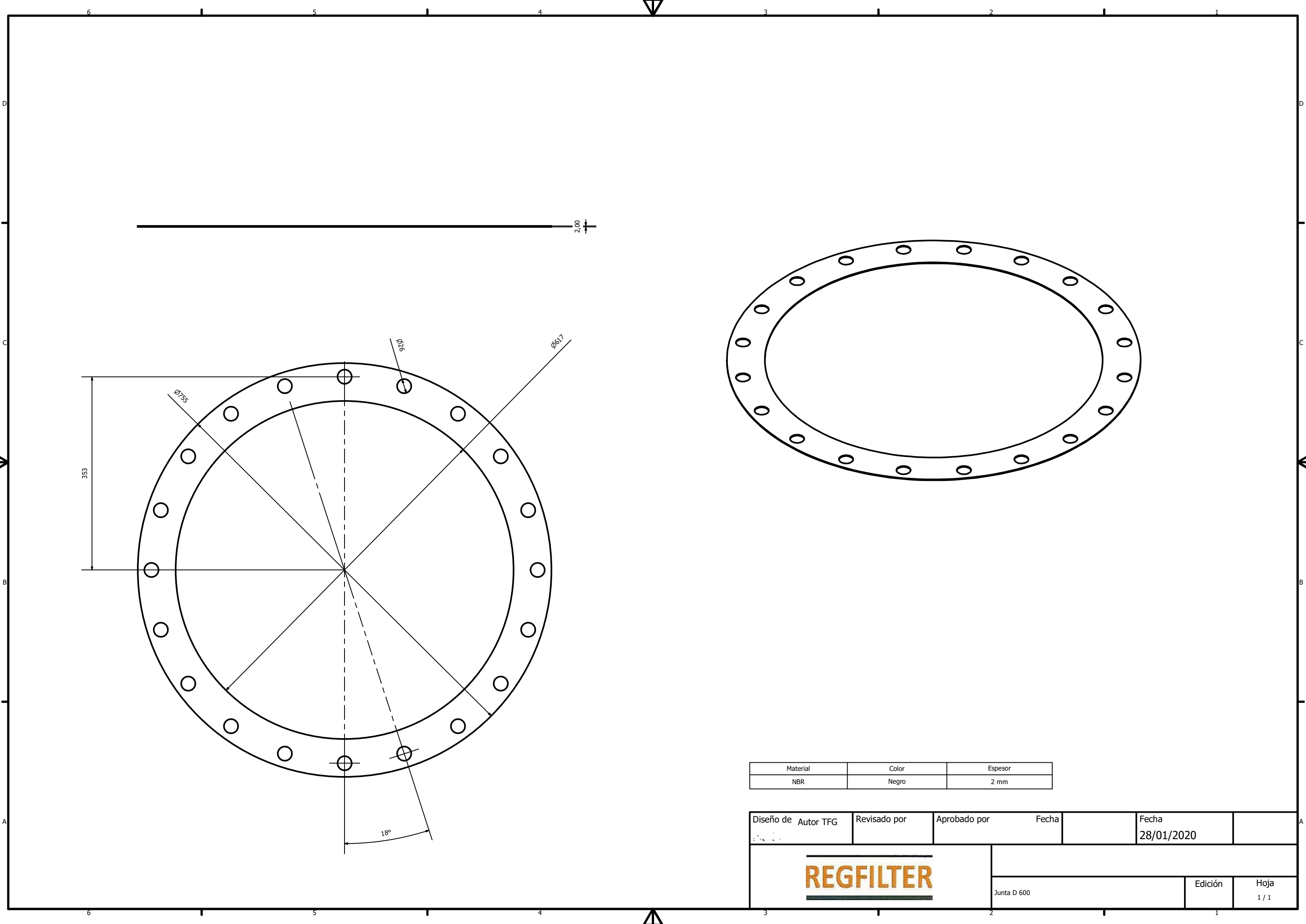
14	Placa Superior	Plano	1
13	Cuadro Eléctrico	Código E COR4-520X	1
12	Juntas	Plano	2
11	Bridas	DIN 2573 PN6	2
10	Angulares de alas iguales	Perfil L 40	2
9	Arandela M12	DIN 127	4
8	tuerca M12	DIN 601	4
7	Tornillo M12	DIN 601	4
6	Arandela M6	DIN 127	4
5	Tuerca M6	DIN 601	4
4	Tornillo M6	DIN 601	4
3	Arandela M24	DIN 127	20
2	Tuerca M24	DIN 601	20
1	Tornillo M24	DIN 601	20
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

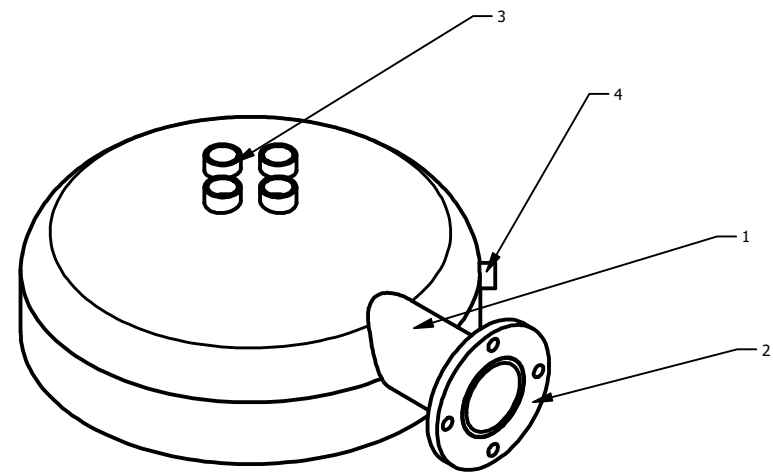
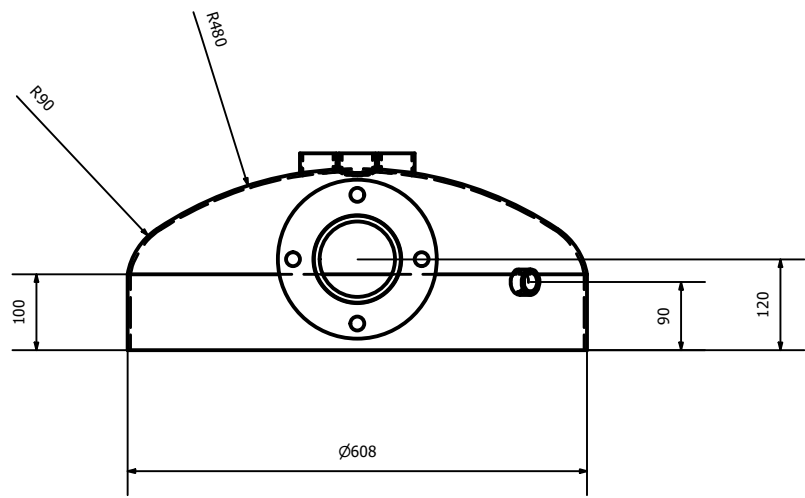
Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 07/02/2020	
<b>REGFILTER</b>			Ensamblaje Final D600		
			Edición	Hoja 1 / 1	



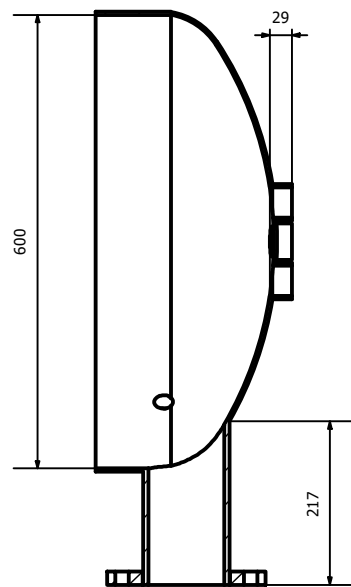
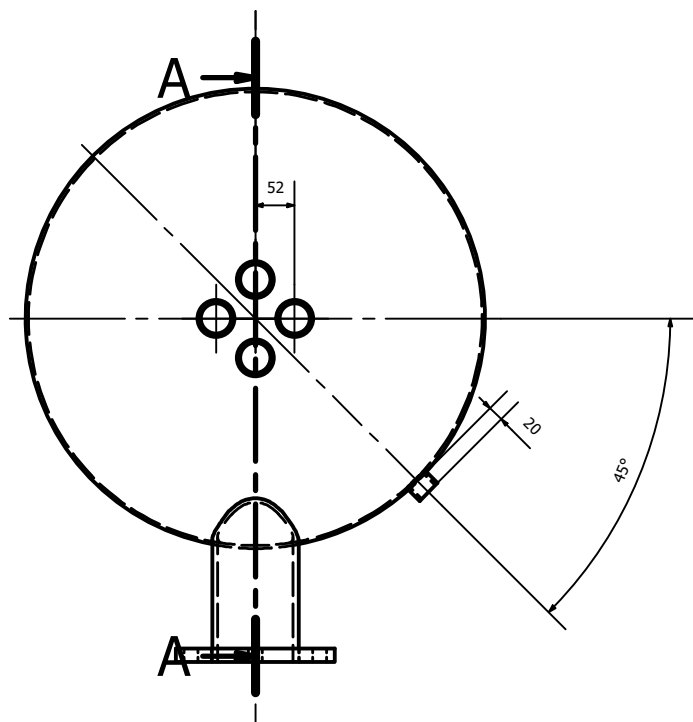
25	Cuadro Eléctrico	Código E COR 4-520X	1
24	Tornillo M6	DIN 601	4
23	Arandela M6	DIN 127	4
22	Tuerca M6	DIN 601	4
21	Pulverizador D600	Plano	1
20	Tornillo M12	DIN 601	4
19	Arandela M12	DIN 127	4
18	Tuerca M12	DIN 601	4
17	Parte 3 D 600	Plano	1
16	Varilla sujeción Placa inferior	M10 DIN 601	4
15	Placa inferior D600	Plano	1
14	Arandela M10	DIN 127	4
13	Tuerca M10	DIN 601	4
12	Parte intermedia 1 de 2	Plano	1
11	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1
10	Aspirador	STAYER BC1200D	1
9	Tuerca M24	DIN 601	20
8	Arandela M24	DIN 127	20
7	Brida	DIN 2573 PN6	1
6	Junta D 600	Plano	1
5	Placa D600	Plano	1
4	Junta D 600	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 PN6	1
2	Parte 1 D 600	Plano	1
1	Tornillo M24	DIN 601	20
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de M.R.N.D.	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha 28/02/2020	
<b>REGFILTER</b>							
				Ensamblaje presentación explosión Final D600		Edición	Hoja 1 / 1





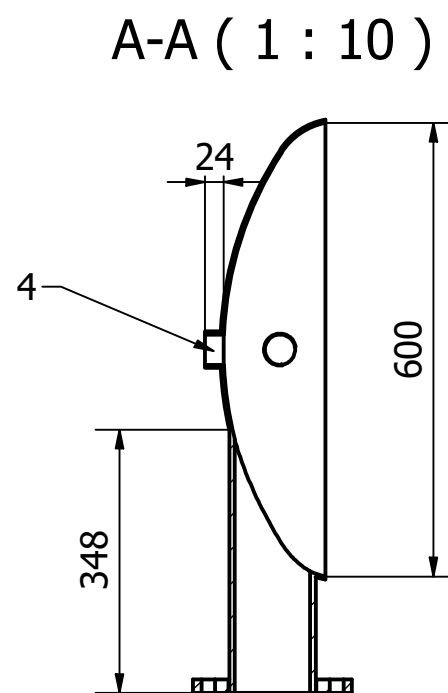
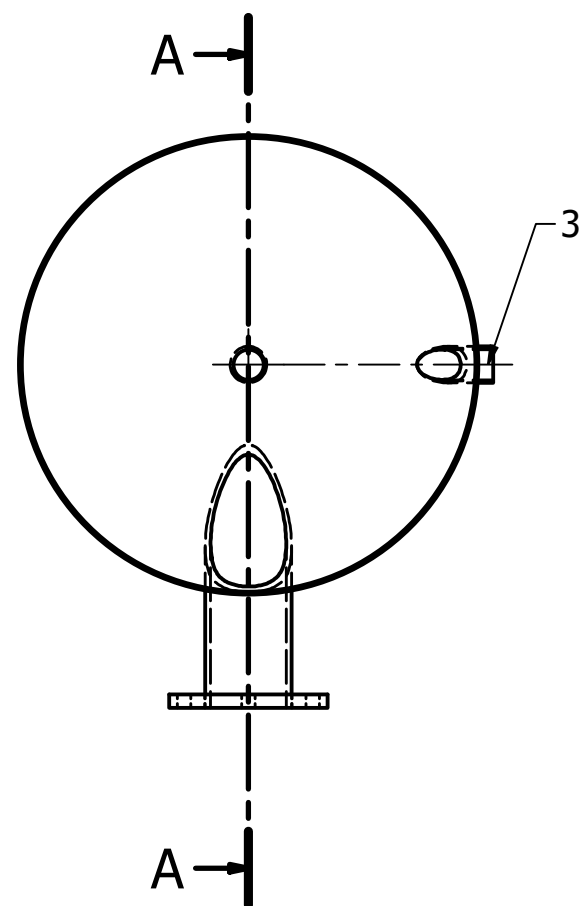
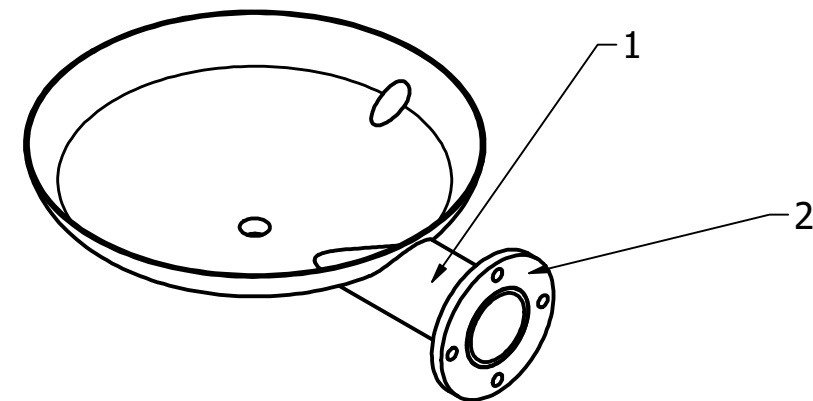
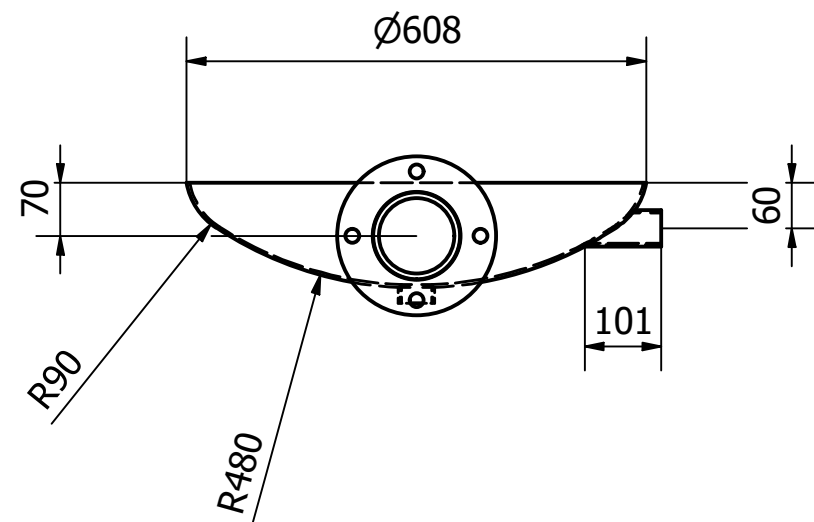
A-A ( 1 : 10 )



4	Tubo roscado Manómetro	DIN 2573 1/2"	1
3	Tubo roscado	DIN 2573 1 1/2"	4
2	Brida 4"	DIN 2573	1
1	Tubo 4"	DIN 2573	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

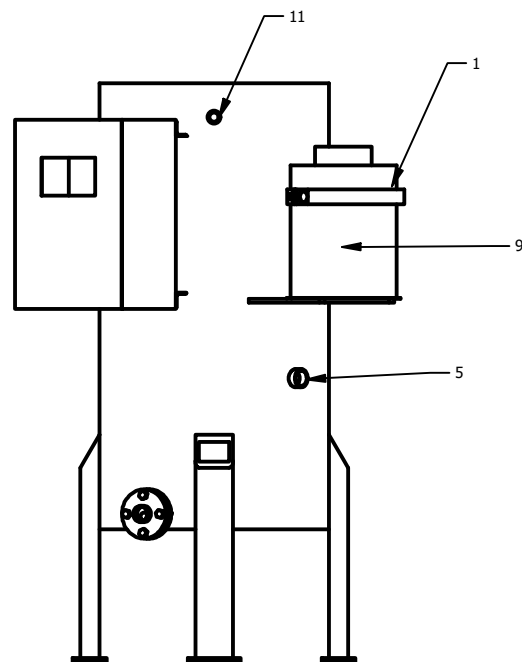
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
M. J. J. J.						07/02/2020	
						Edición	
						Hoja	
Parte 1 D600						1 / 1	



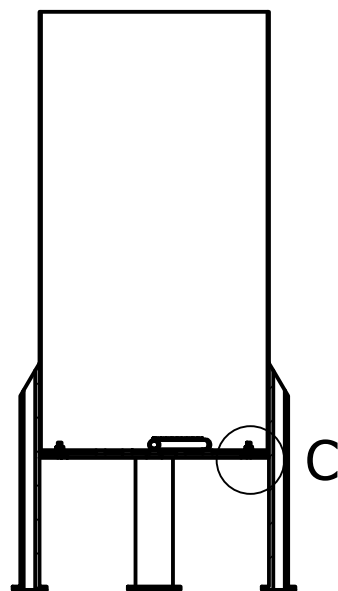


4	Tubo desagüe Roscado	DIN 259 1 1/2" DIN 2573 1 1/2"	1
3	Tubo Aireación Roscado	DIN 259 1 1/2" DIN 2573 1 1/2"	1
2	Brida 4"	DIN 2573	1
1	Tubo 4"	DIN 2573	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

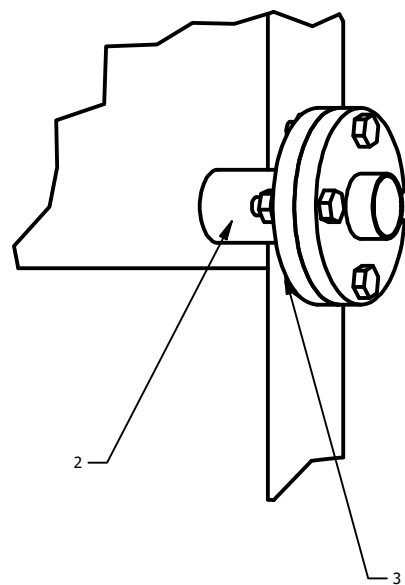
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					07/02/2020	
REGFILTER				Parte 3 D600		
				Edición	Hoja	
					1 / 1	



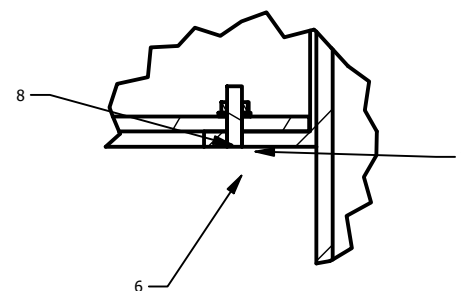
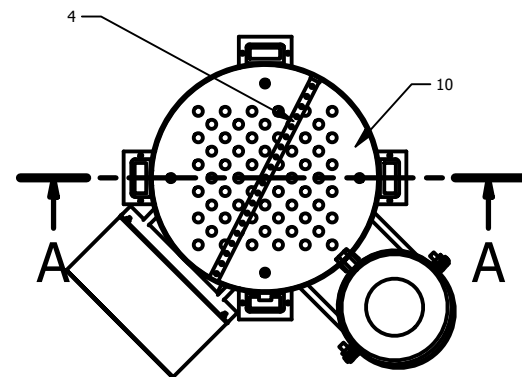
A-A ( 1/20 )



B ( 1 : 5 )



C ( 1 : 5 )



11	Tubo roscado Manómetro	DIN 259 1/2" DIN 2573 1/2"	1
10	Placa inferior	Plano	1
9	Aspirador	STAYER BC1200D	1
8	Arandela	DIN 127 M 10	4
7	Tuerca	DIN 601 M 10	4
6	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M 10	4
5	Tubo Roscado Perlita	DIN 259 1 1/2" DIN 2573 1 1/2"	1
4	Pulverizador	Plano	1
3	Brida 1 1/2"	DIN 2573	1
2	Tubo 1 1/2"	DIN 2573	1
1	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	07/02/2020	
-----------	-----------	--------------	--------------	-------	--	-------	------------	--

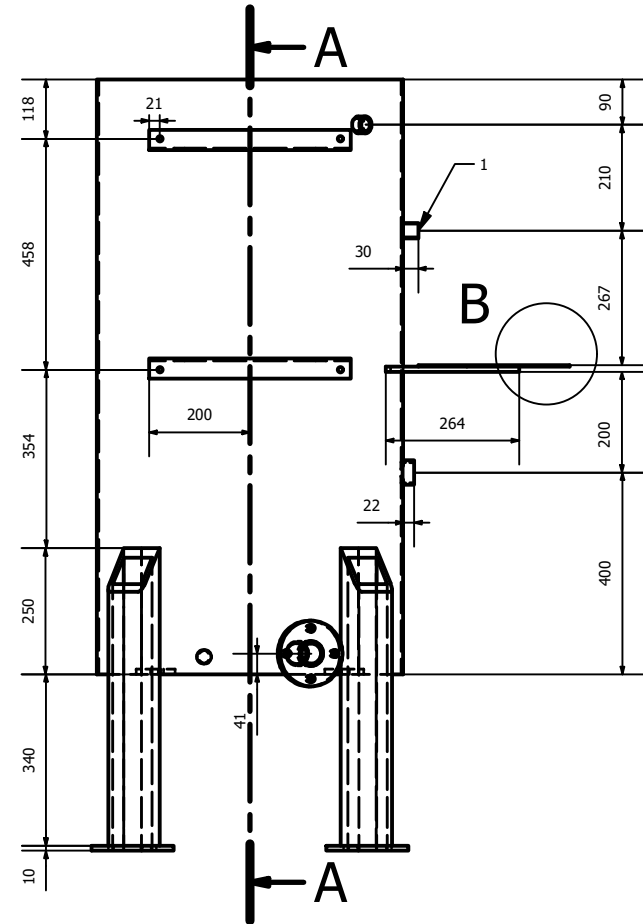
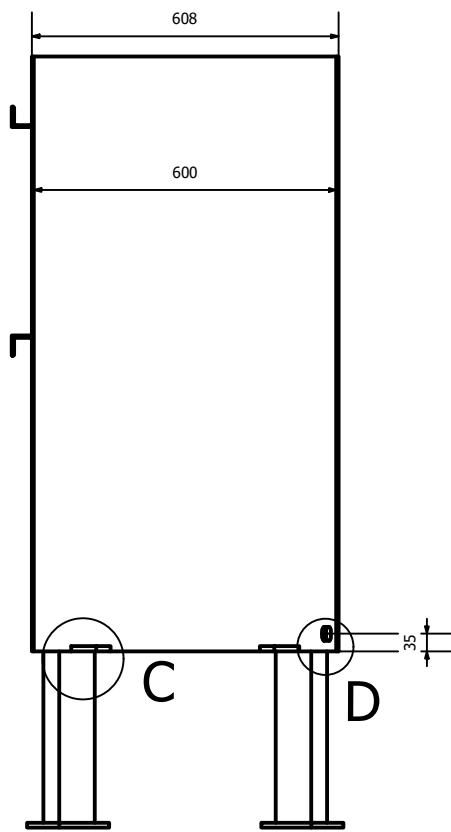
**REGFILTER**

Parte intermedia 1 de 1

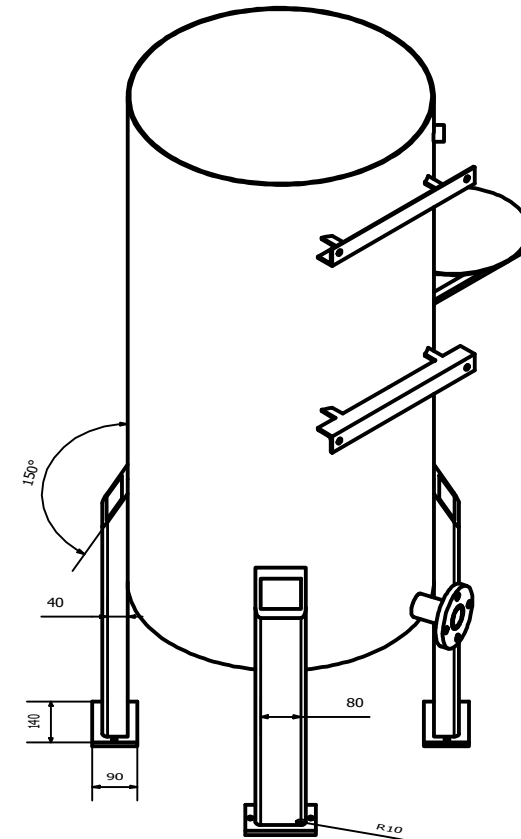
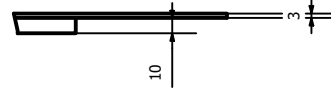
Edición

Hoja  
1 / 1

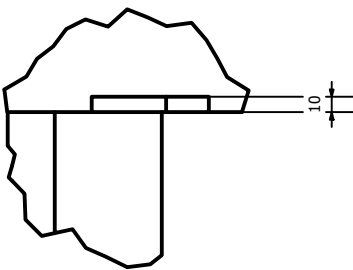
A-A ( 1/15 )



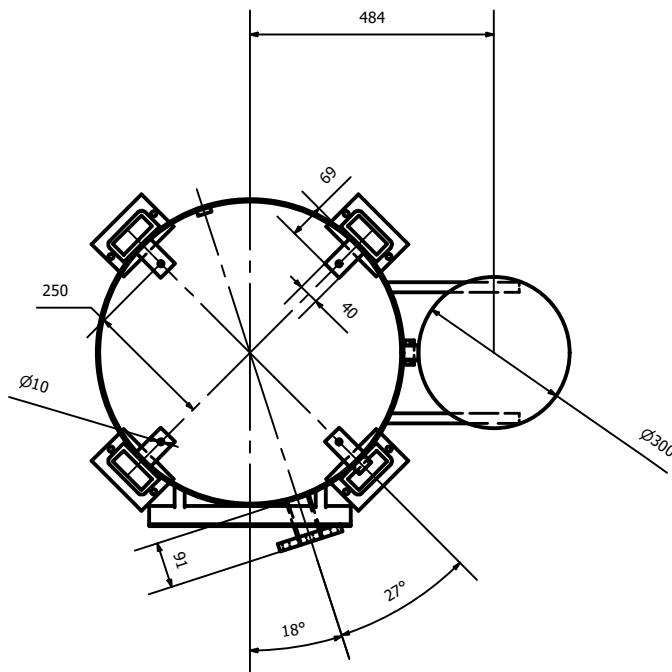
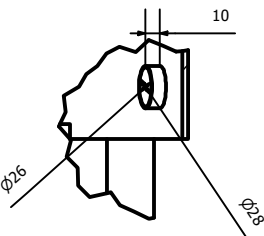
B ( 1 : 5 )



C ( 1 : 5 )



D ( 1 : 5 )



1	Barra roscada	DIN 601 M30	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

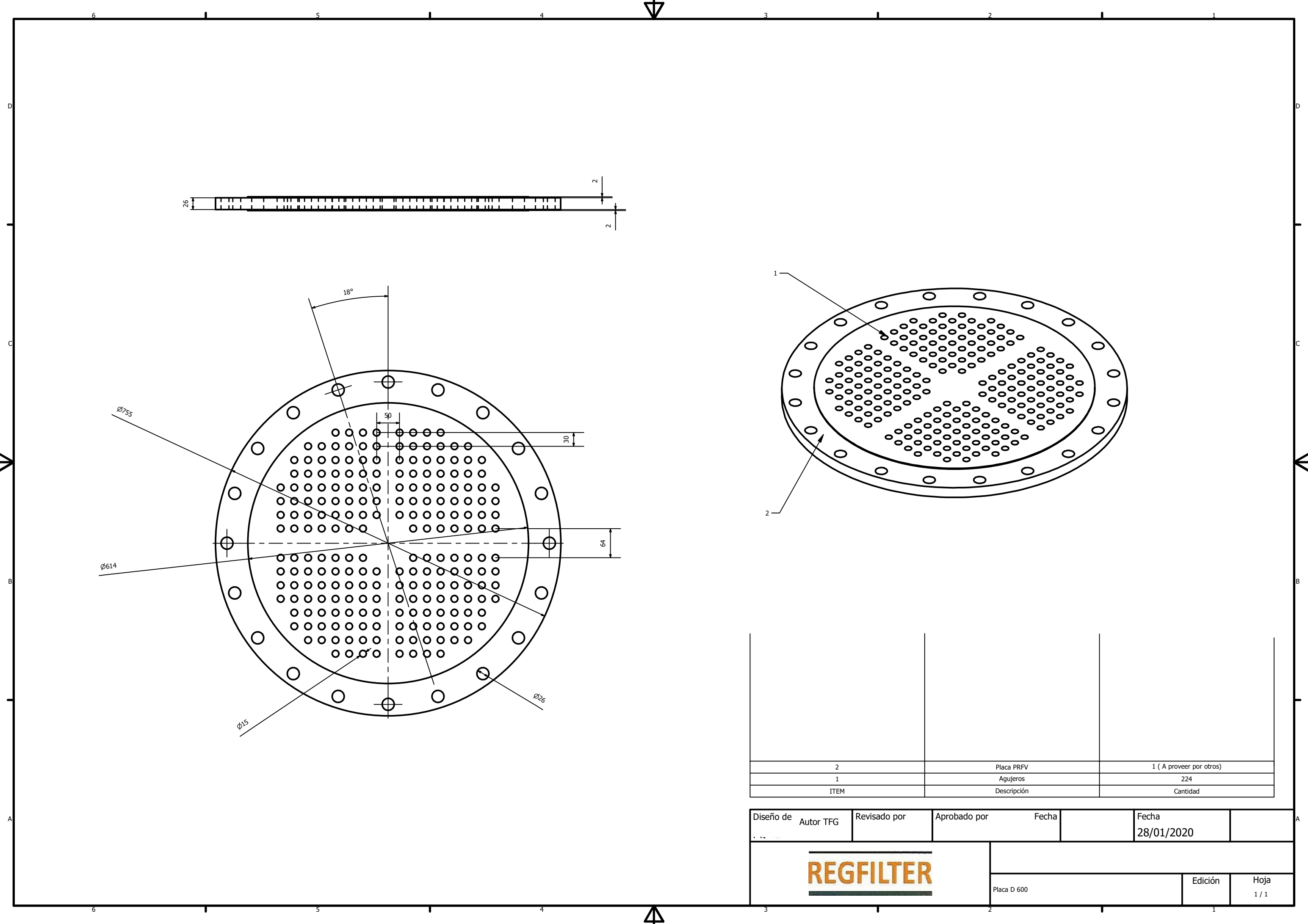
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	07/02/2020
-----------	-----------	--------------	--------------	-------	--	-------	------------

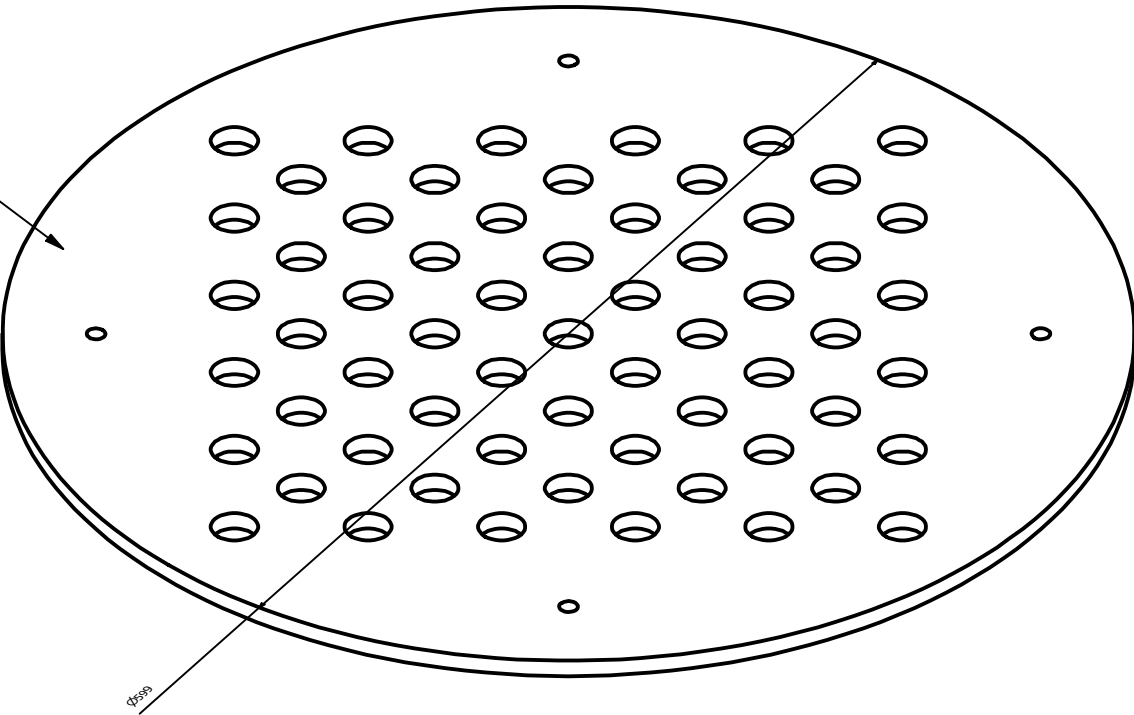
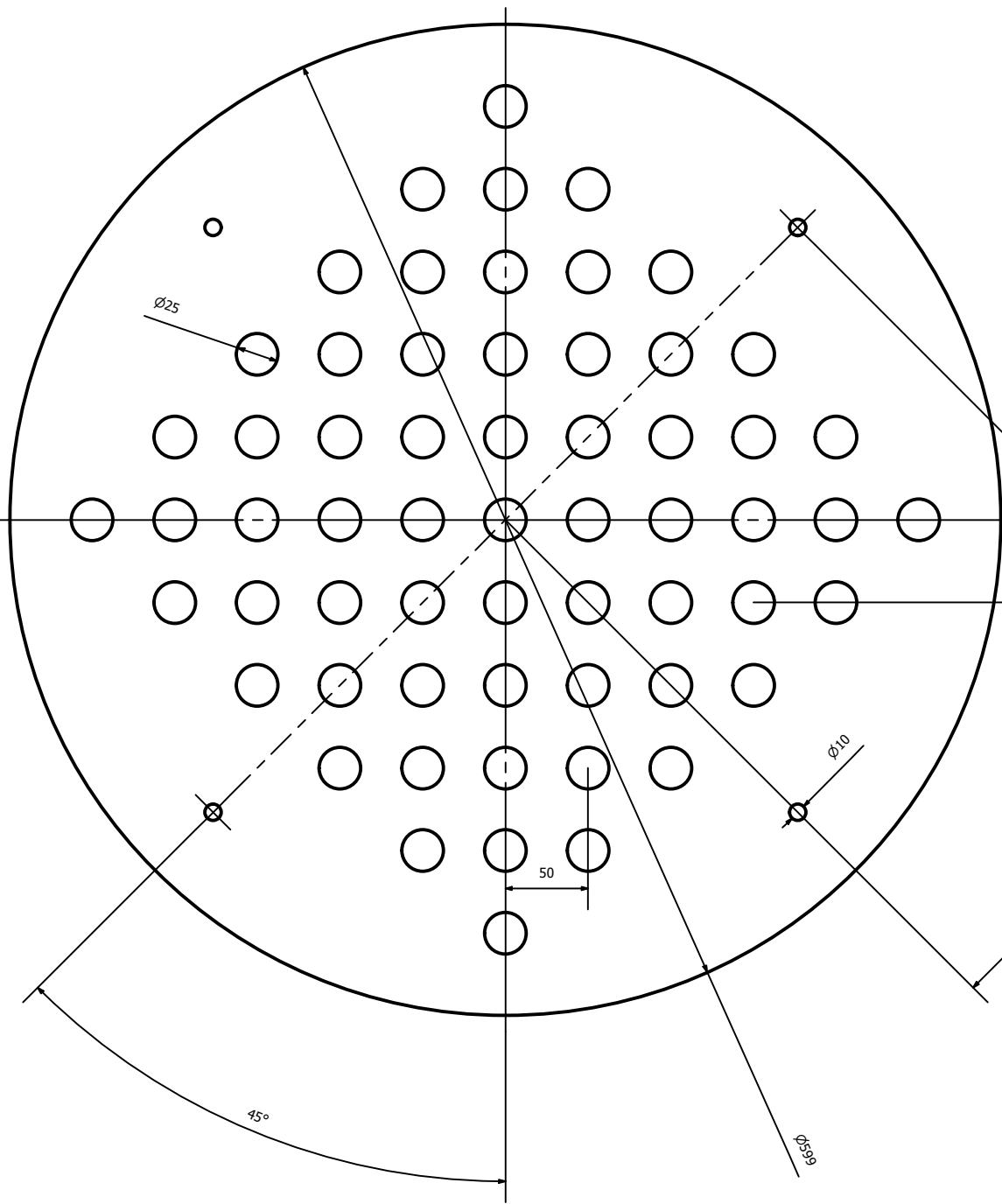
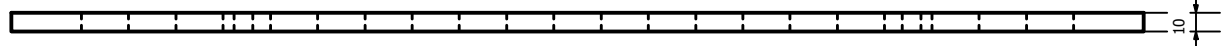
REGFILTER

Parte intermedia 1 de 2

Edición

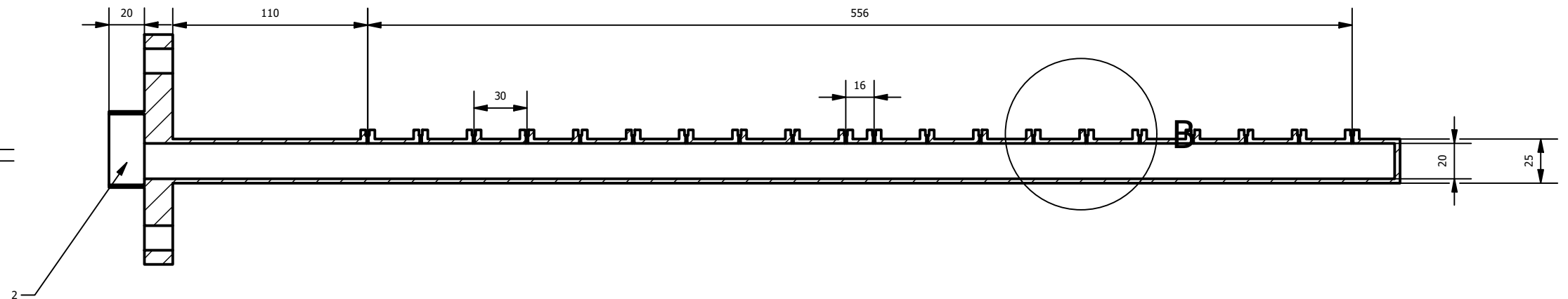
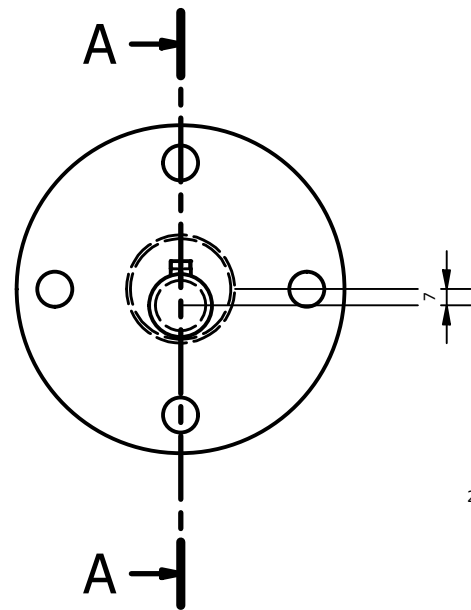
Hoja  
1 / 1



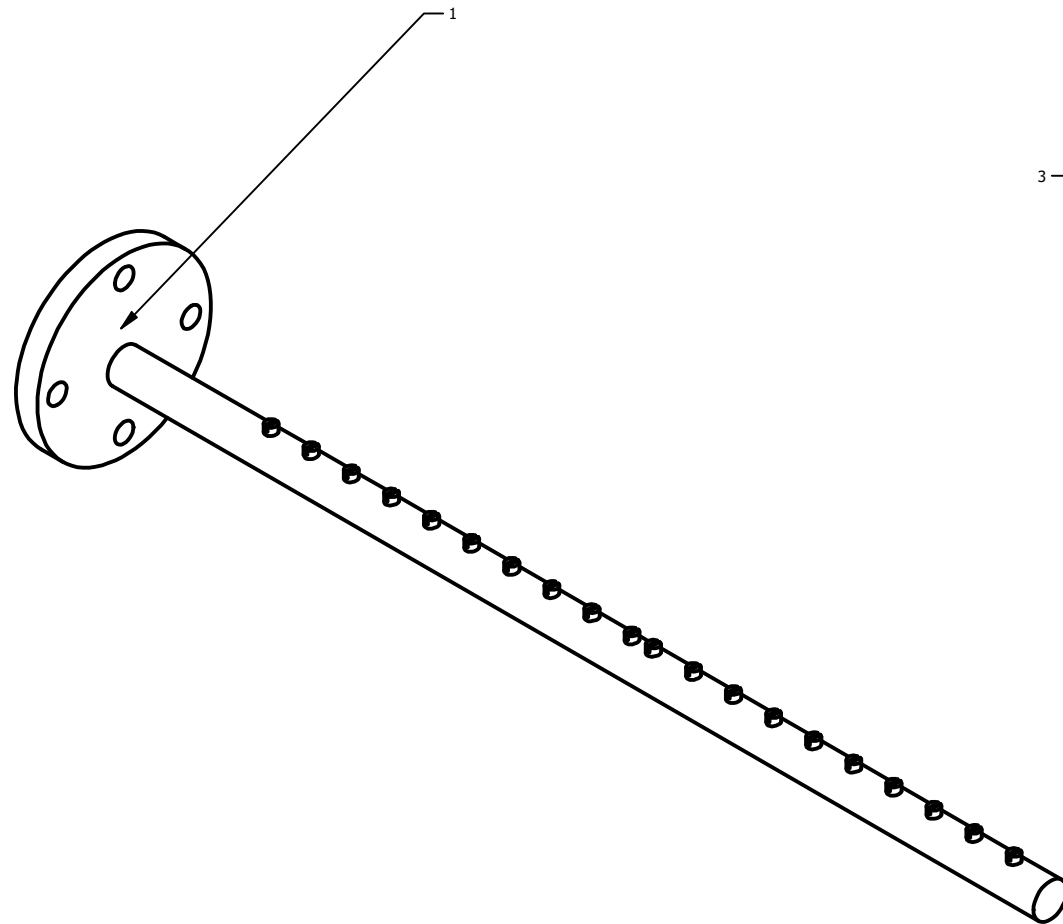
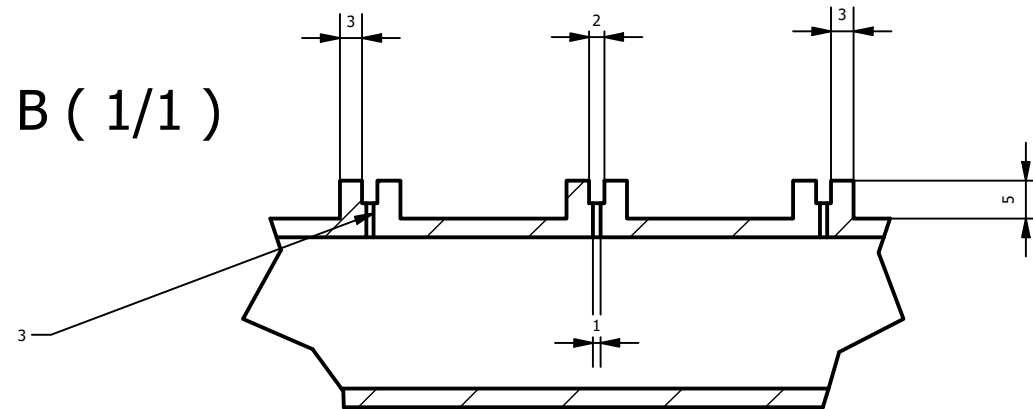


1	Placa PVC	1 ( A proveer por otros)
ITEM	Descripción	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					28/01/2020	
REGFILTER				Edición		
Placa inferior D 600				Hoja		
				1 / 1		



B ( 1/1 )



3	Tubo Roscado	DIN 259 1/4"	20
2	Tubo roscado	DIN 2573 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
1	Brida Ciega	DIN 2527 PN 6	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

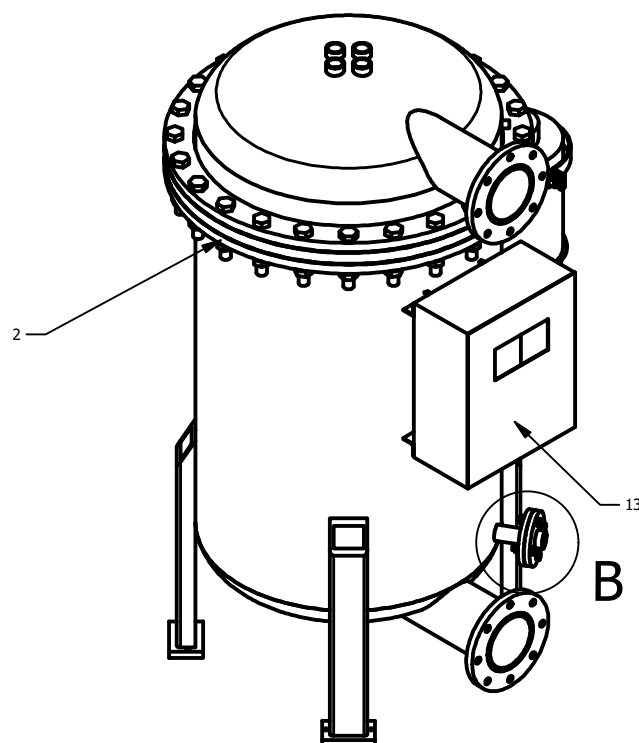
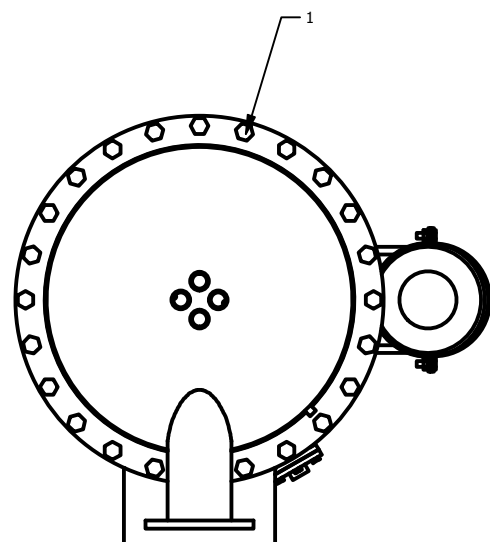
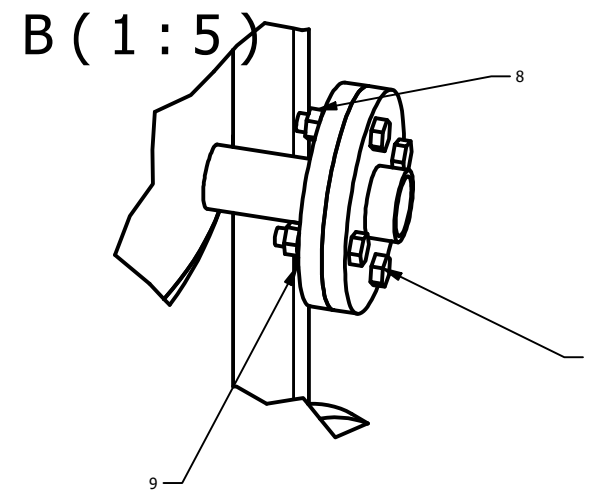
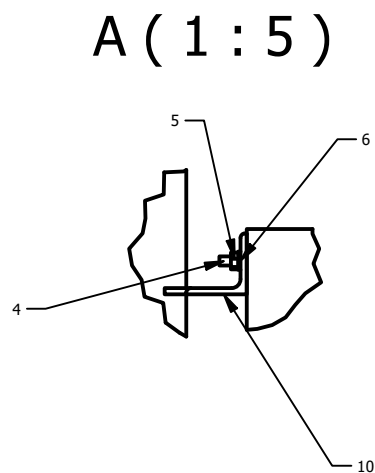
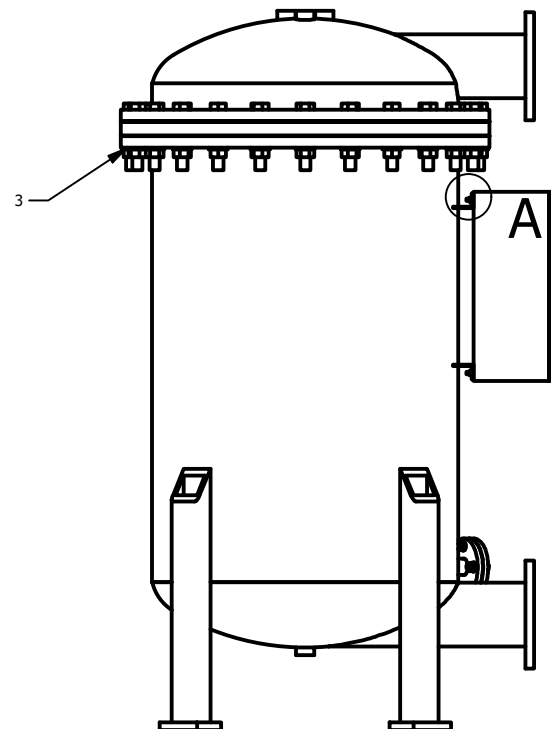
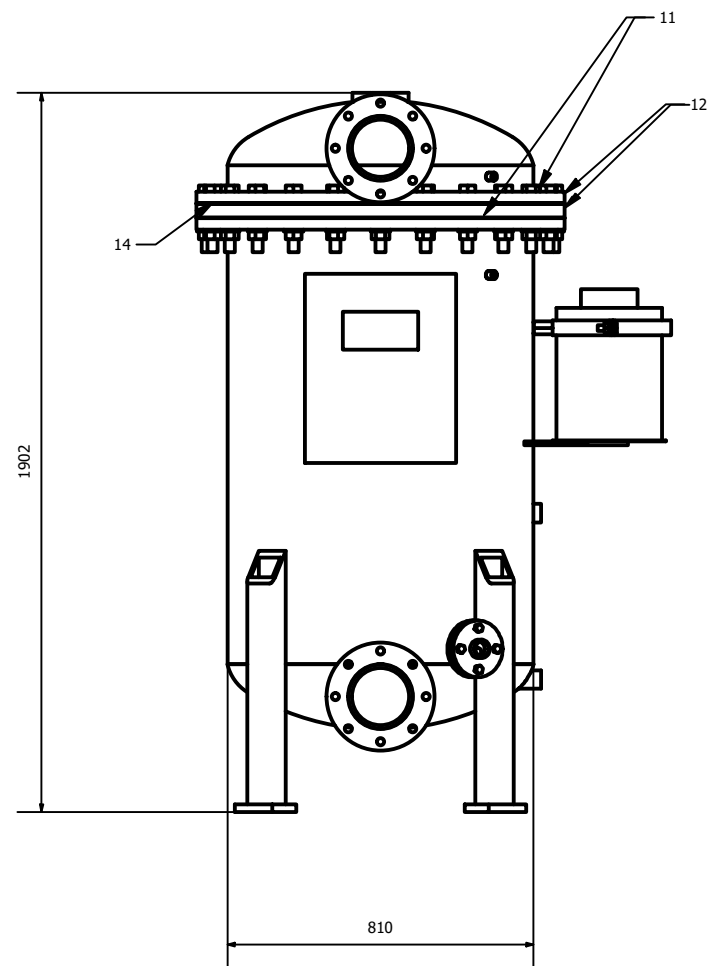
Diseño de R. GARCIA	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 06/02/2020
------------------------	-----------	--------------	--------------	-------	---------------------

**REGFILTER**

Pulverizador DN600

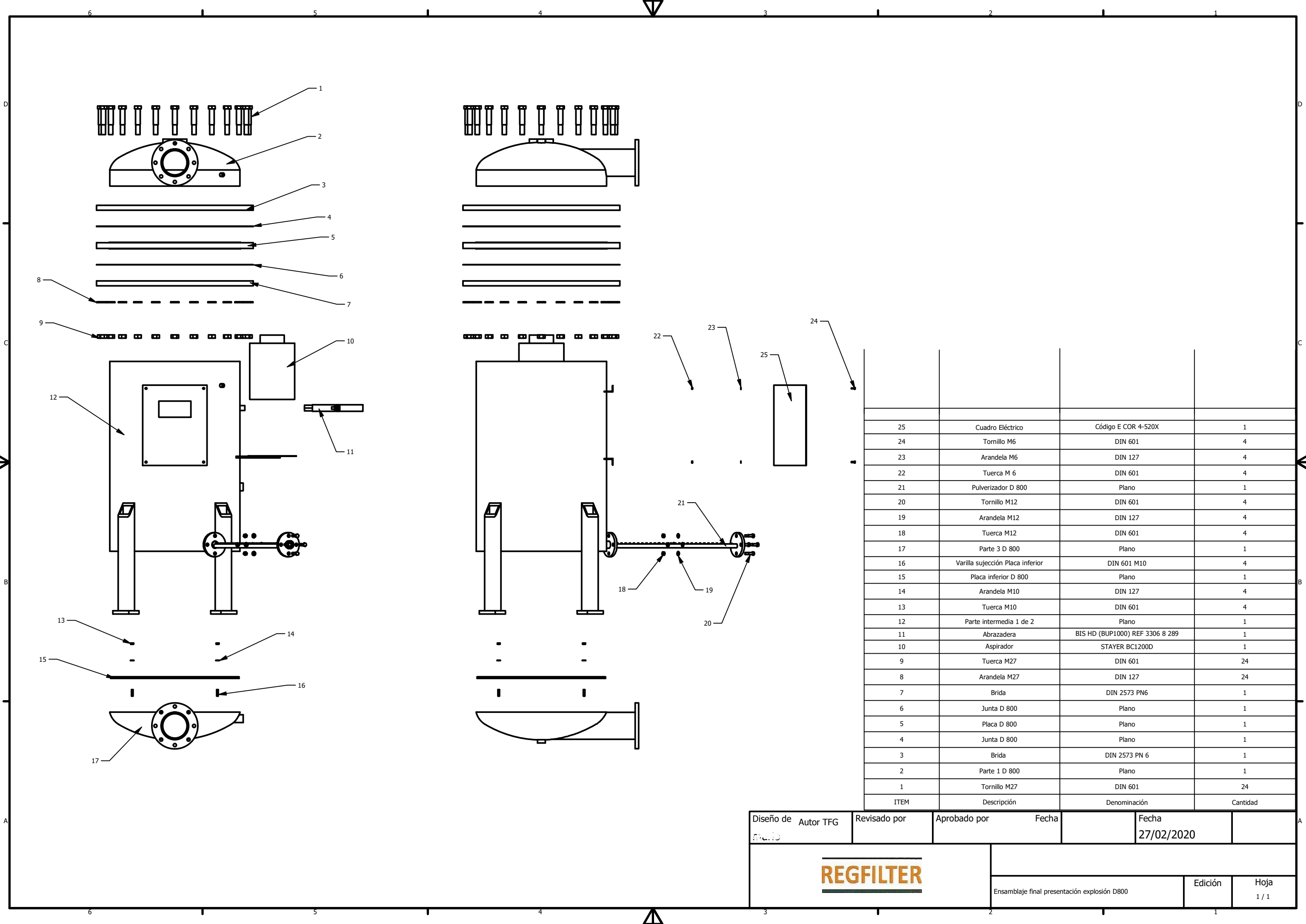
Edición

Hoja  
1 / 1



ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
14	Placa superior	Plano	1
13	Cuadro Eléctrico	CódigoE COR4-520X	1
12	Junta	Plano	2
11	Brida	DIN 2573 PN6	2
10	Angulares de alas iguales	Perfil L40	2
9	Arandela M12	DIN 127	4
8	Tuerca M12	DIN 601	4
7	Tornillo M12	DIN 601	4
6	Arandela M6	DIN 127	4
5	Tuerca M6	DIN 601	4
4	Tornillo M6	DIN 601	4
3	Arandela M27	DIN 127	24
2	Tuerca M27	DIN 601	24
1	Tornillo M27	DIN 601	24

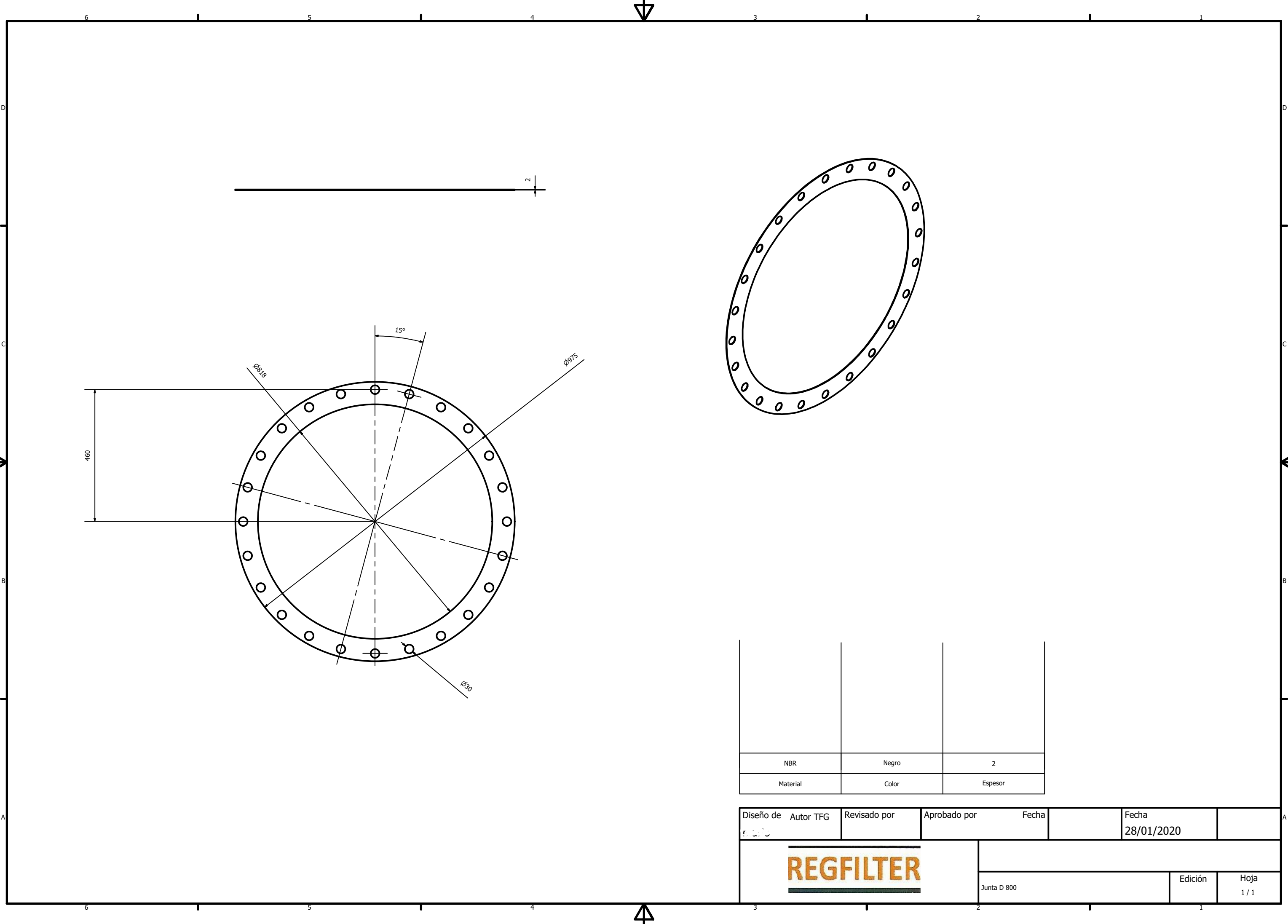
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	12/02/2020		
				Ensamblaje final D800				Edición	Hoja 1 / 1




ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
25	Cuadro Eléctrico	Código E COR 4-520X	1
24	Tornillo M6	DIN 601	4
23	Arandela M6	DIN 127	4
22	Tuerca M 6	DIN 601	4
21	Pulverizador D 800	Plano	1
20	Tornillo M12	DIN 601	4
19	Arandela M12	DIN 127	4
18	Tuerca M12	DIN 601	4
17	Parte 3 D 800	Plano	1
16	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
15	Placa inferior D 800	Plano	1
14	Arandela M10	DIN 127	4
13	Tuerca M10	DIN 601	4
12	Parte intermedia 1 de 2	Plano	1
11	Abrazadera	BIS HD (BUP1000) REF 3306 8 289	1
10	Aspirador	STAYER BC1200D	1
9	Tuerca M27	DIN 601	24
8	Arandela M27	DIN 127	24
7	Brida	DIN 2573 PN6	1
6	Junta D 800	Plano	1
5	Placa D 800	Plano	1
4	Junta D 800	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 PN 6	1
2	Parte 1 D 800	Plano	1
1	Tornillo M27	DIN 601	24

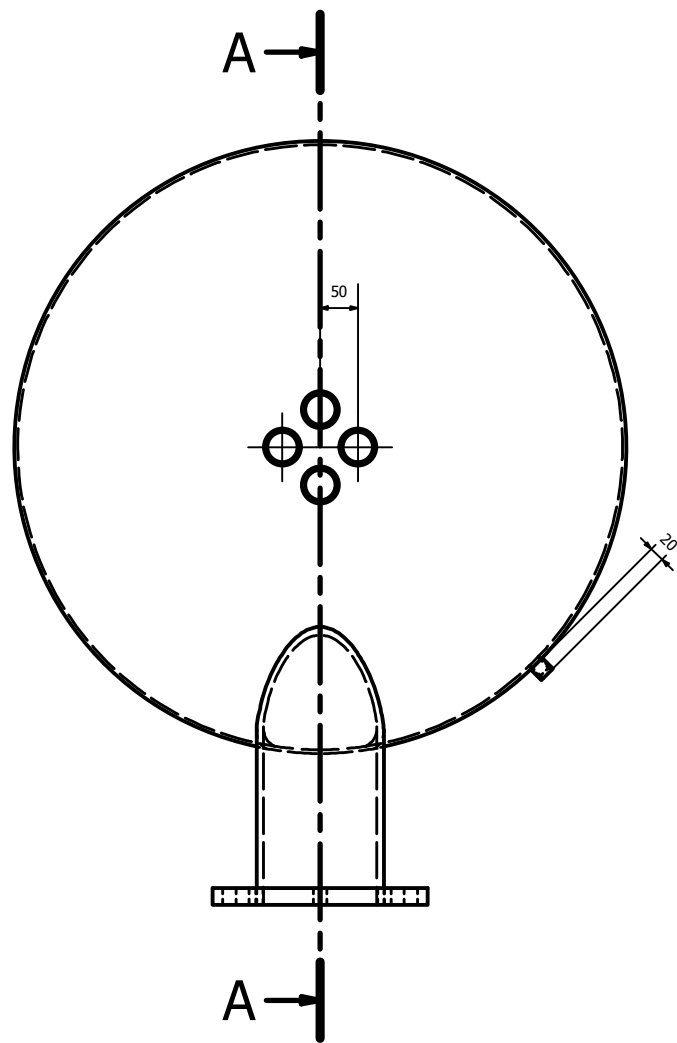
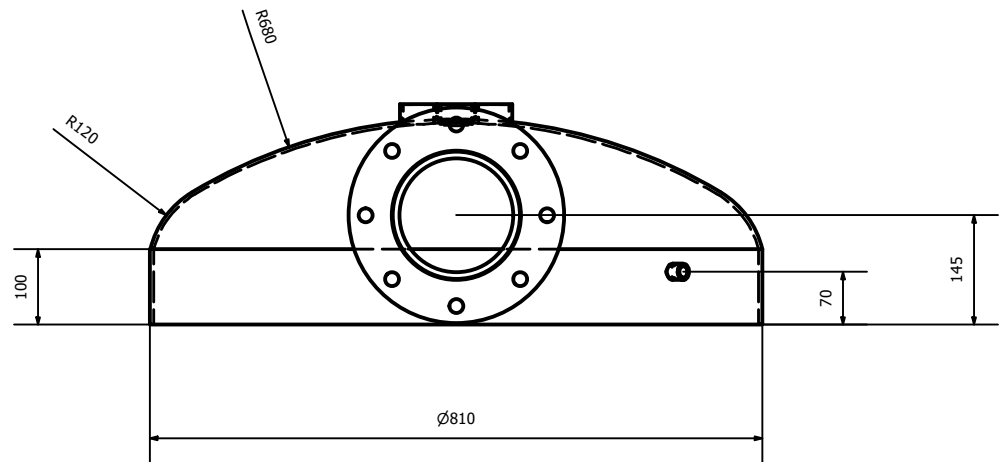
Diseño de A. GARCÍA	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha 27/02/2020	
				Ensamblaje final presentación explosión D800			
				Edición	Hoja 1 / 1		



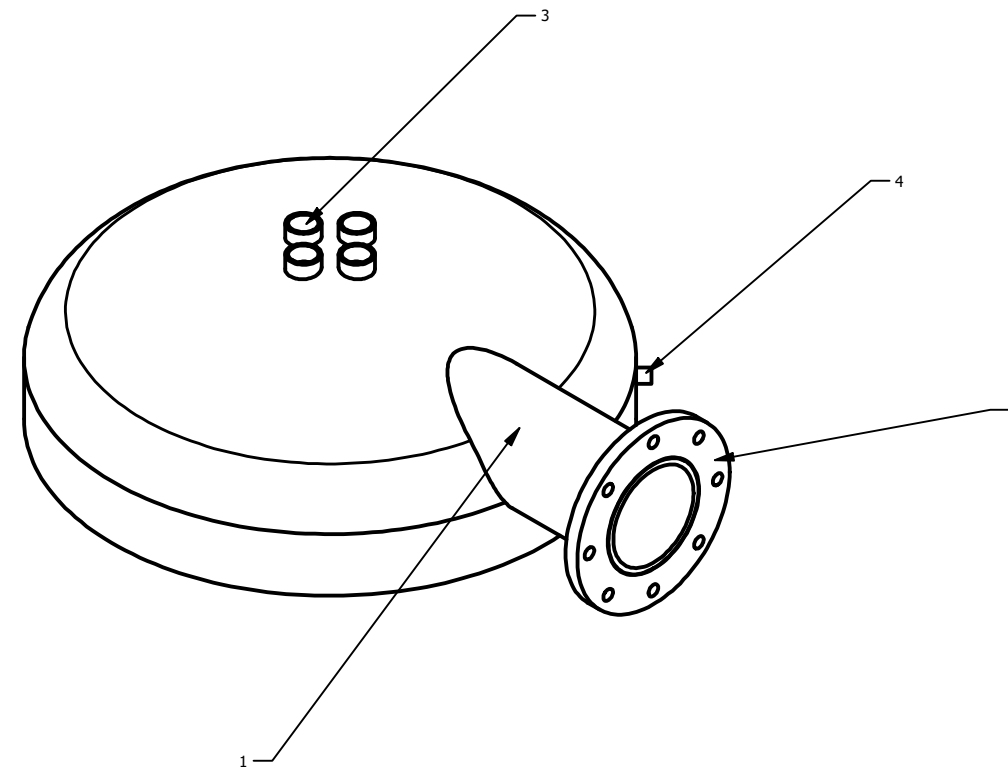
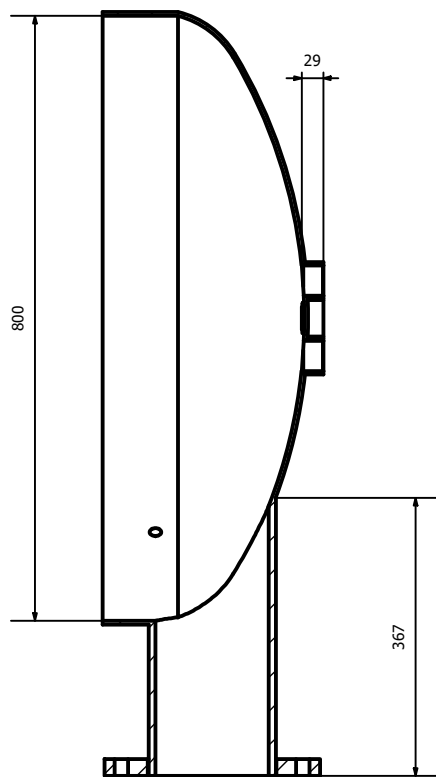


NBR	Negro	2
Material	Color	Espesor

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
REGFILTER				28/01/2020			
							
				Junta D 800		Edición	Hoja 1 / 1

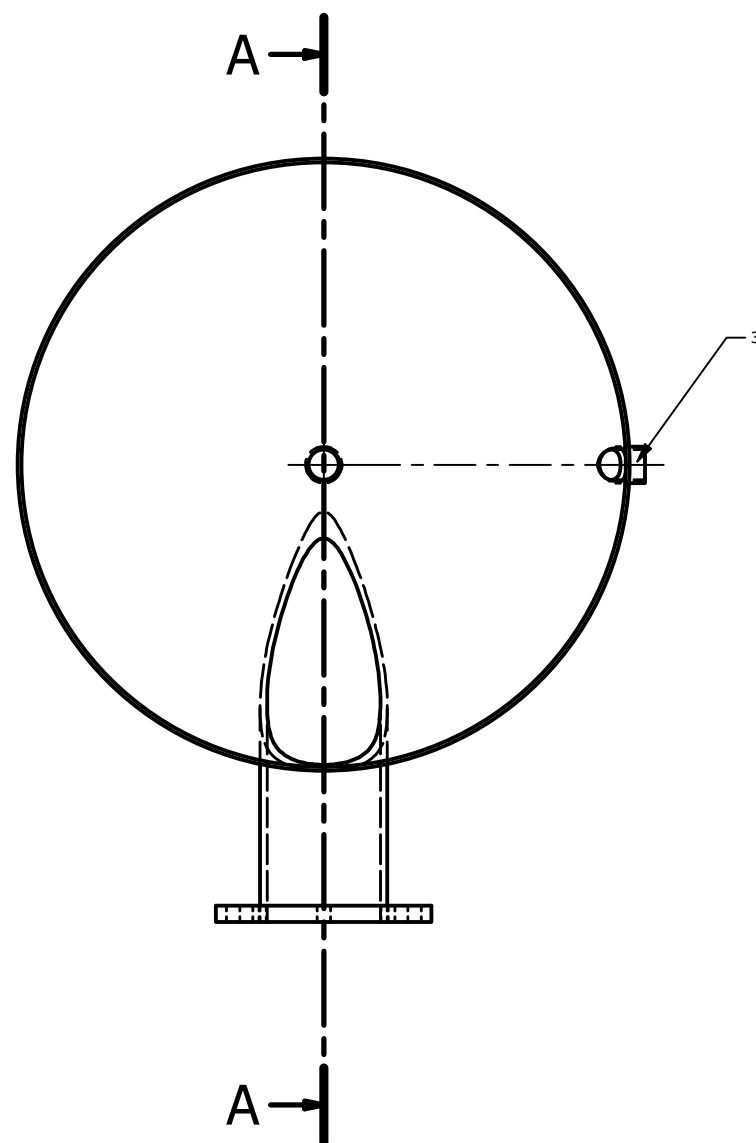
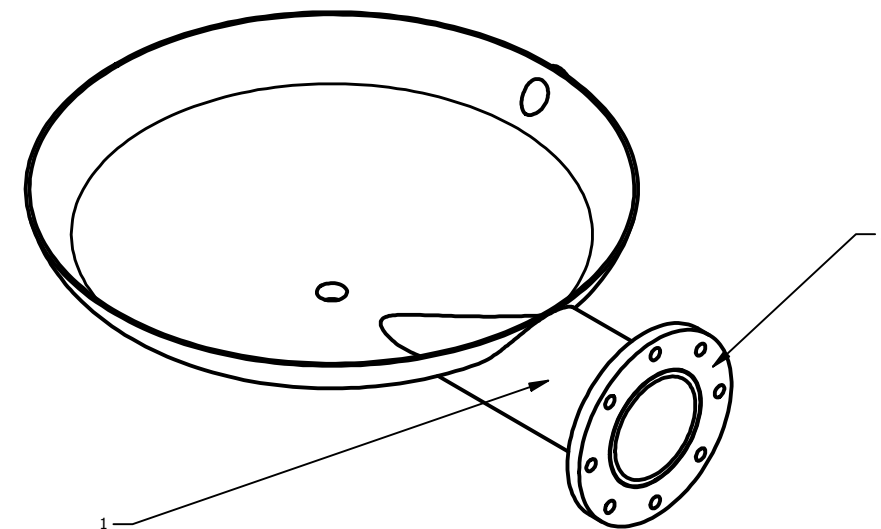
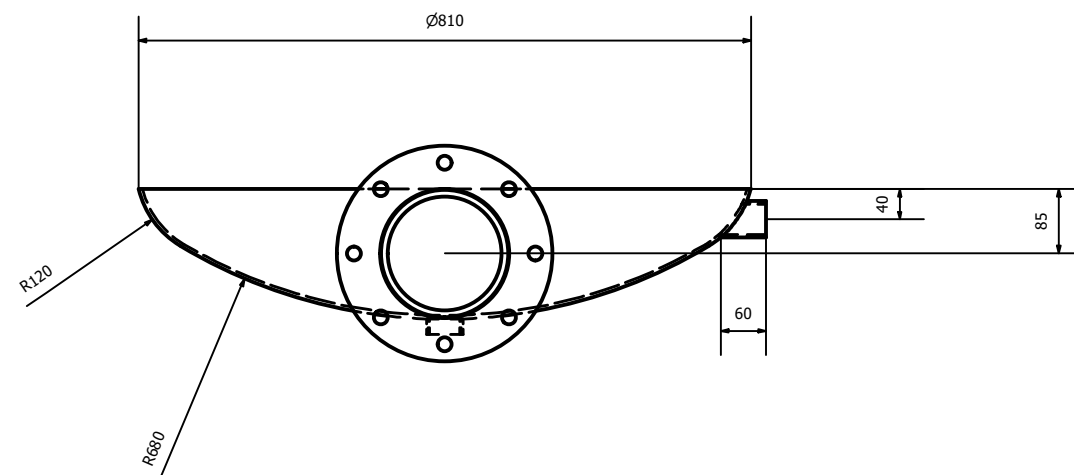


A-A ( 1/10 )

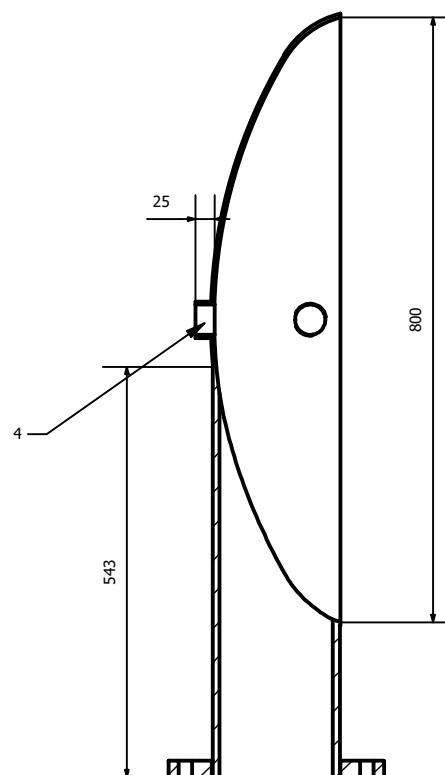


ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
4	Tubo roscado manómetro	DIN 2573 PN6 1/2" DIN 259 1/2"	1
3	Tubo Roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1/2"	4
2	Brida 6"	DIN 2573 PN 6	1
1	Tubo 6"	DIN 2573 PN 6	1

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					11/02/2020	
REGFILTER				Edición		
Parte 1 D 800				Hoja		
				1 / 1		

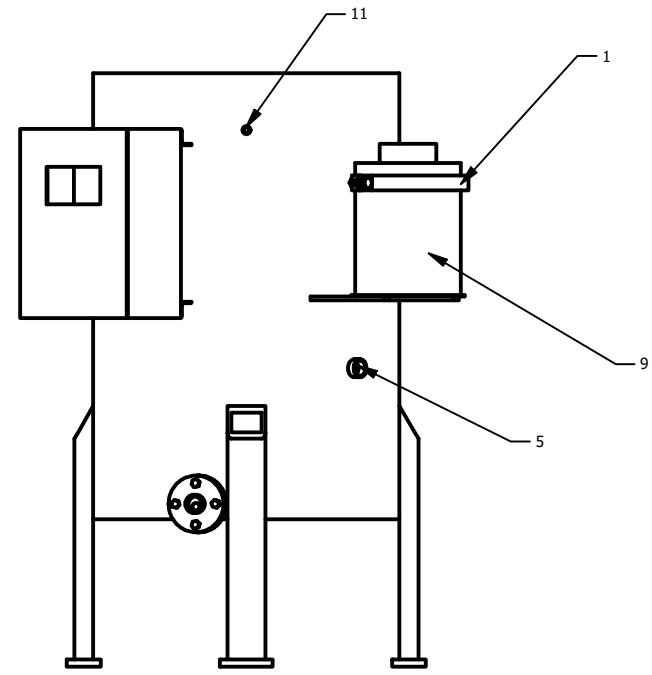


A-A ( 1/10 )

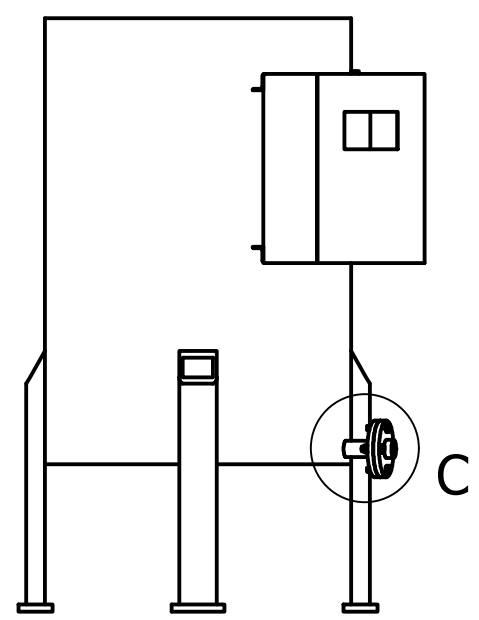


4	Tubo desagüe roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
3	Tubo aireación roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
2	Brida 6"	DIN 2573 PN6	1
1	Tubo 6"	DIN 2573 PN6	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

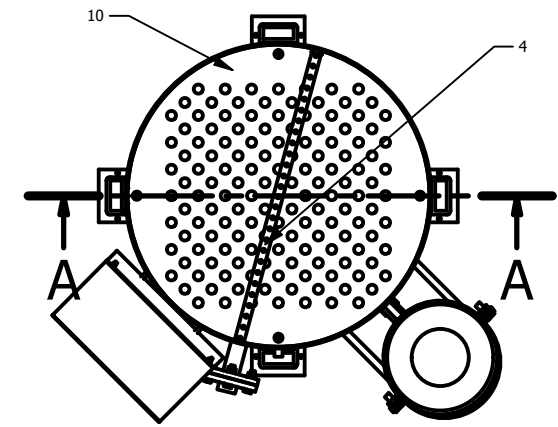
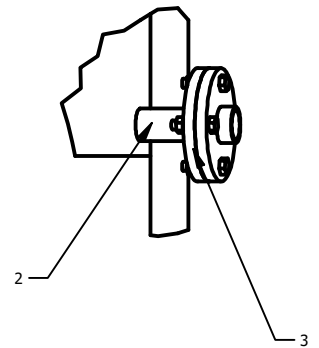
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					12/02/2020	
REGFILTER				Edición		
Parte 3 D 800				Hoja		
				1 / 1		



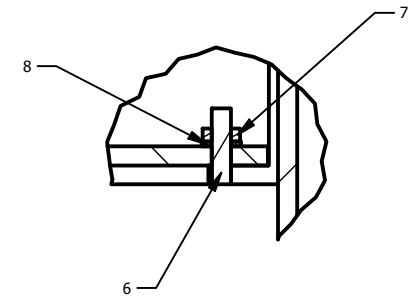
A-A ( 1 : 20 )



C ( 1/10 )



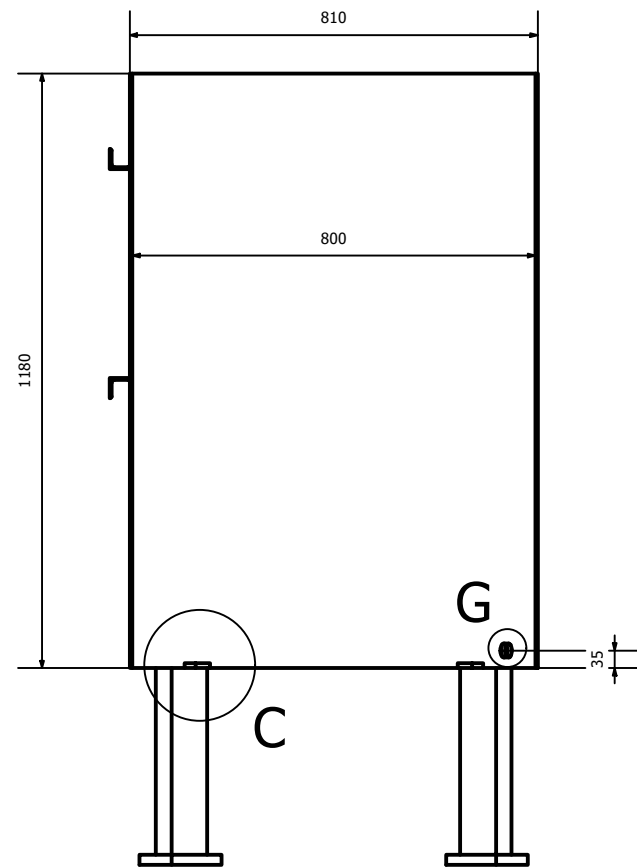
B ( 1 : 4 )



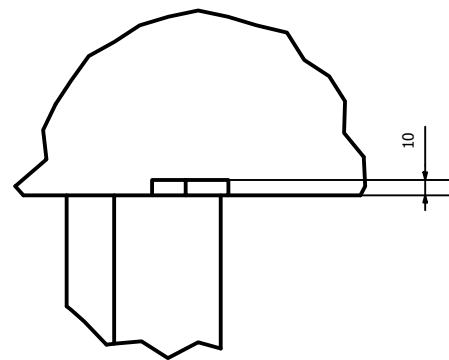
ITME	Descripción	Denominación	Cantidad
11	Tubo roscado Manómetro	DIN 2573 1/2"	1
10	Placa inferior	DIN 259 1/2"	1
9	Aspiador	STAYER BC1200D	1
8	Arandela	DIN 127 M10	4
7	Tuerca	DIN 601 M10	4
6	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
5	Tubo entrada perlita	DIN 2573 1 1/2"	1
4	Pulverizador	DIN 259 1 1/2"	1
3	Brida	Plano	1
2	Tubo	DIN 2573 1 1/2"	1
1	Abrazadera	BIS HD (BUP1000) REF 3306 8 289	1

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					13/02/2020	
				Parte intermedia 1 de 1		
				Edición	Hoja 1 / 1	

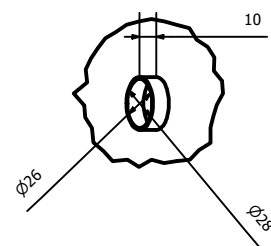
B-B ( 1 : 15 )



C ( 1 : 5 )



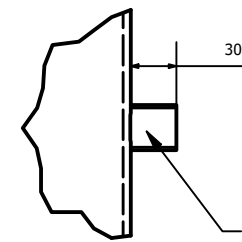
G ( 1 : 4 )



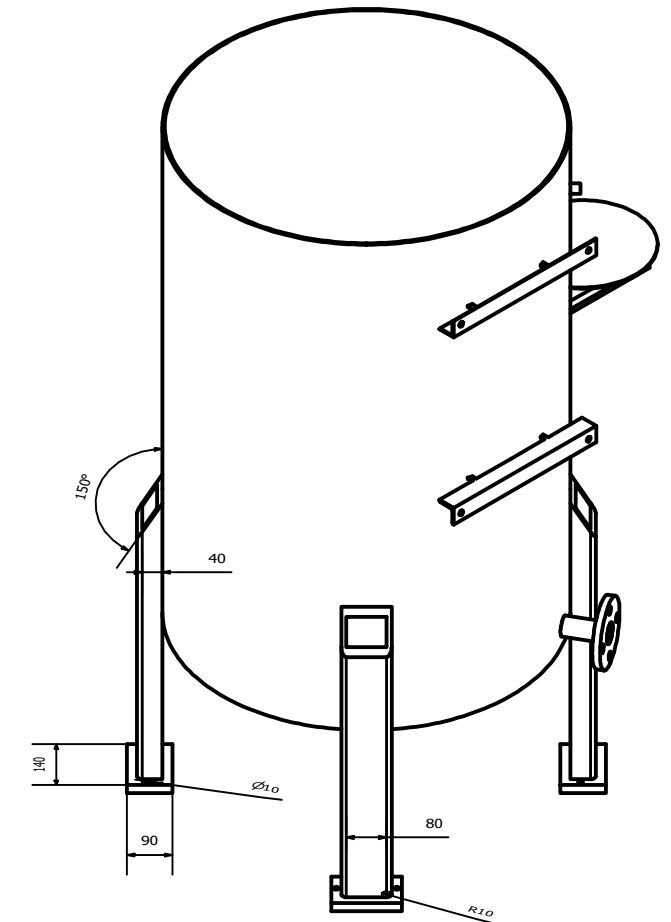
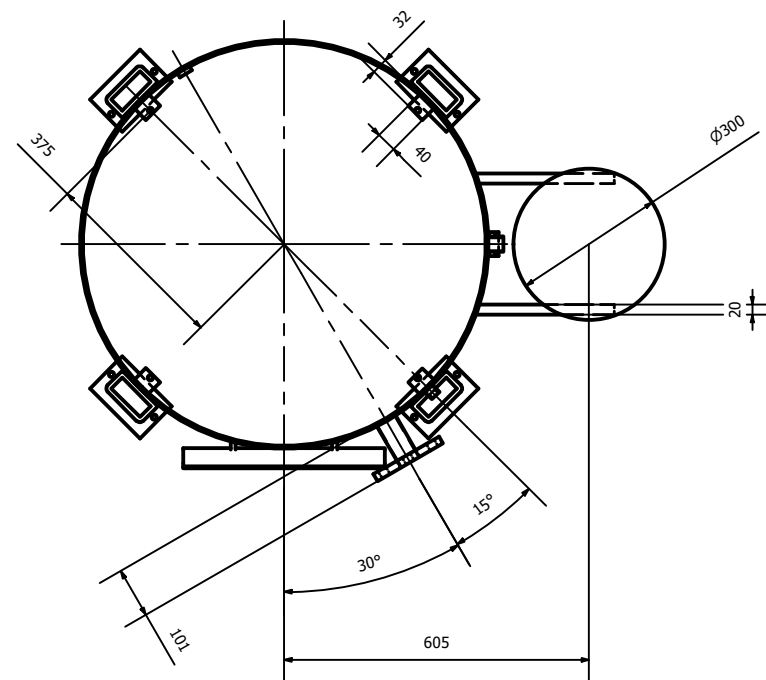
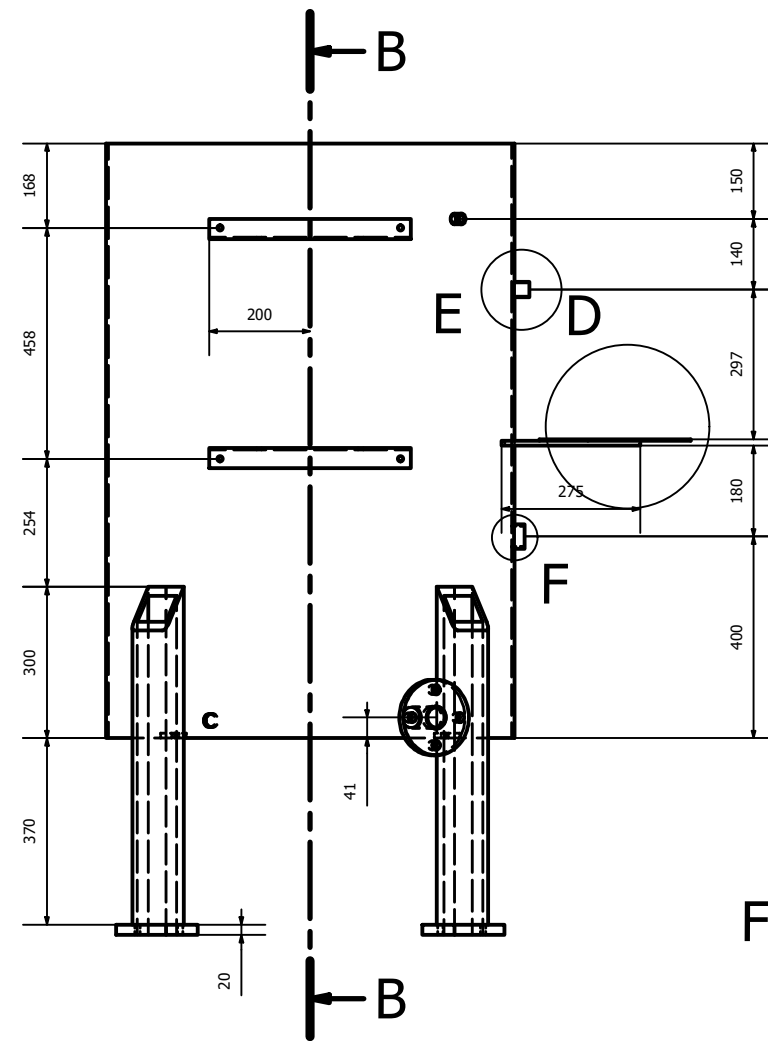
D ( 1 : 5 )



E ( 1 : 5 )

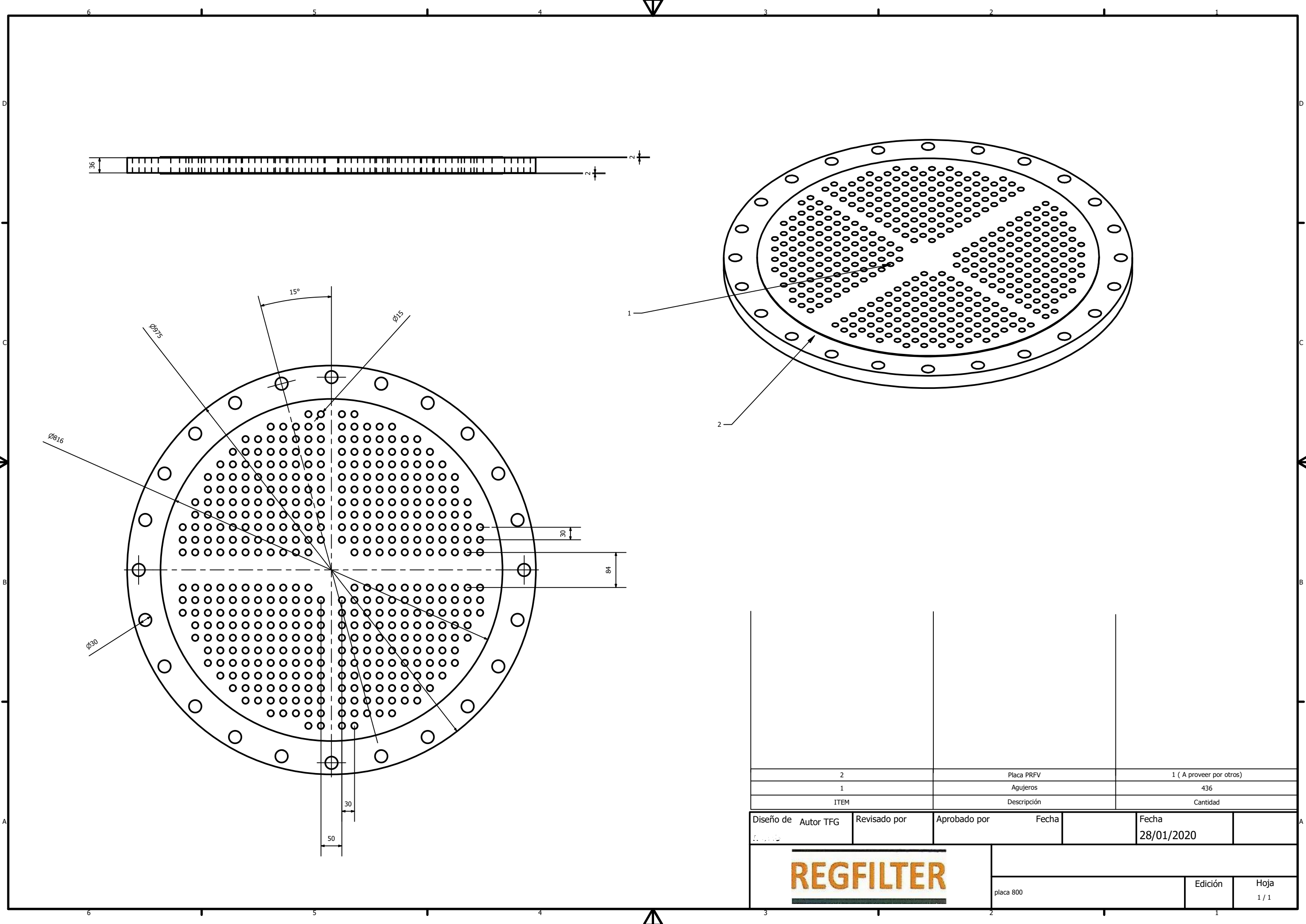


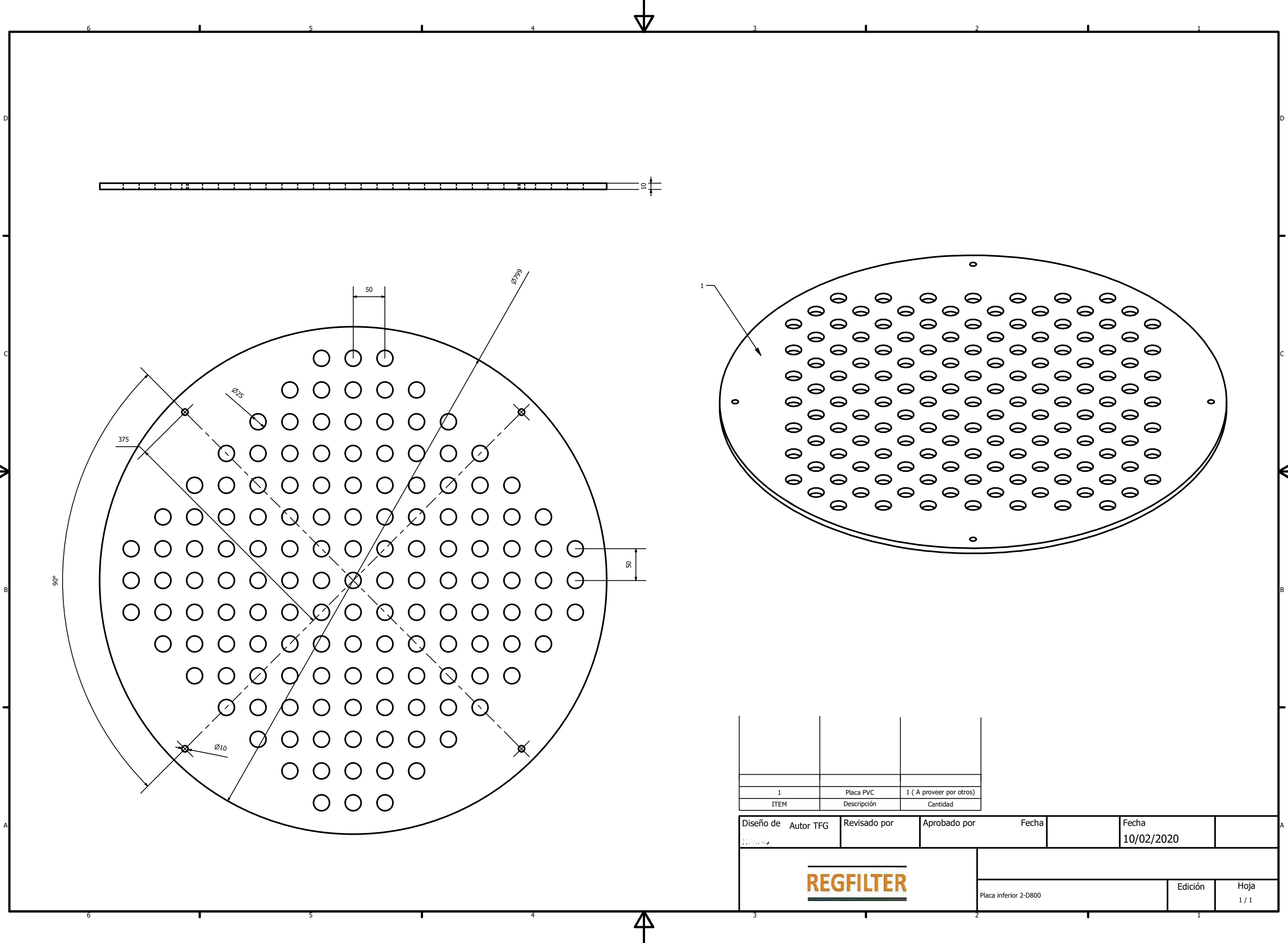
F ( 1 : 5 )



1	Barra	M30	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

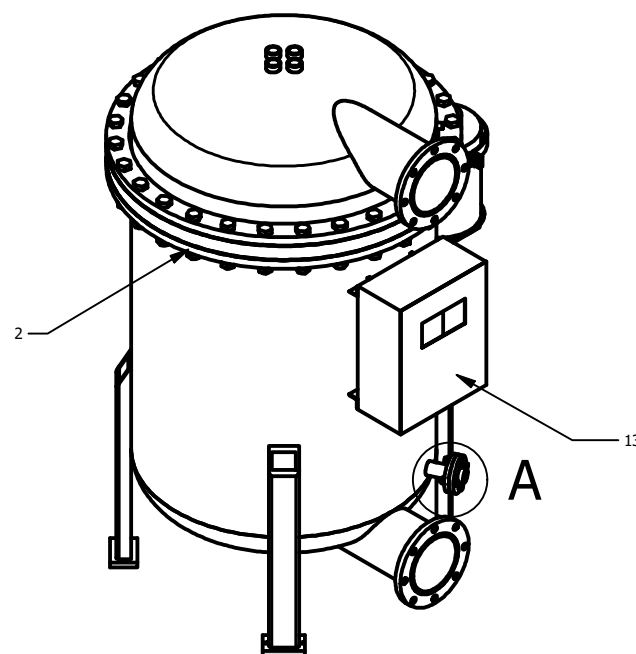
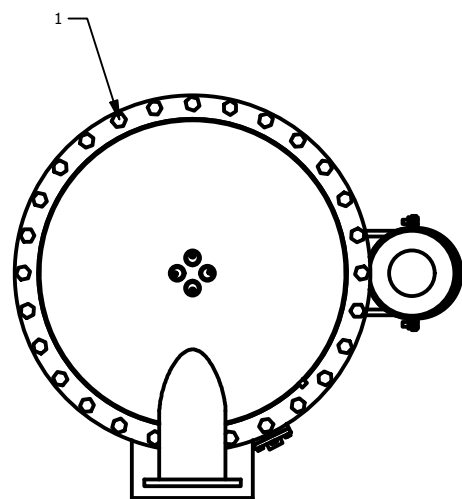
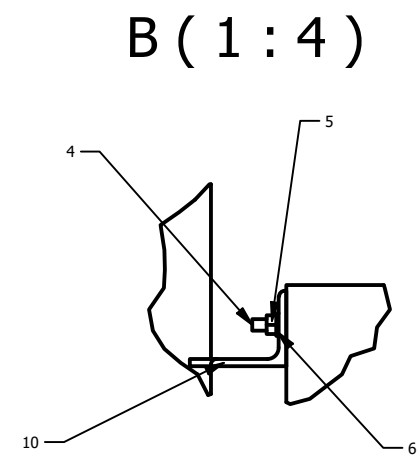
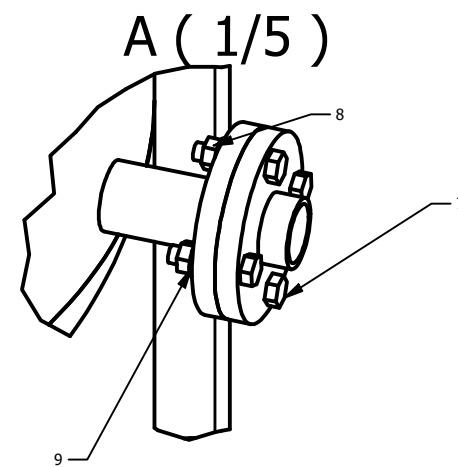
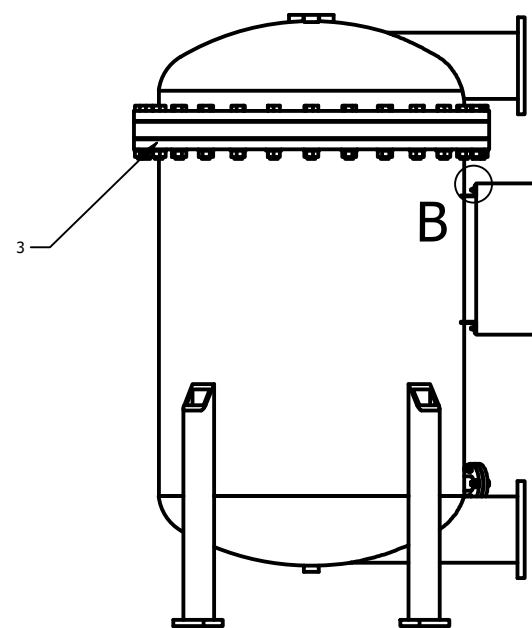
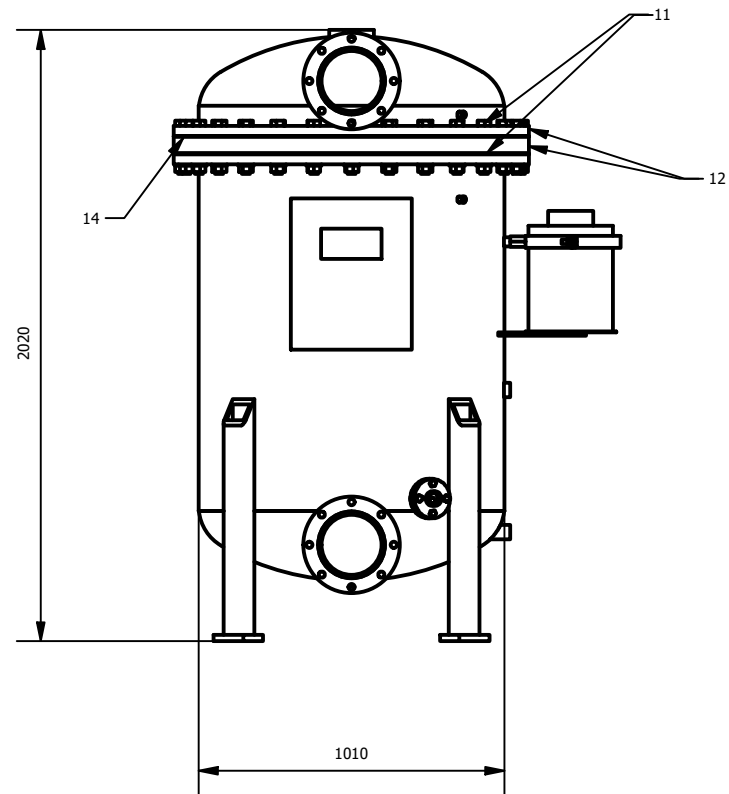
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						13/02/2020	
REGFILTER				Parte intermedia 1 de 2			
				Edición		Hoja	
						1 / 1	





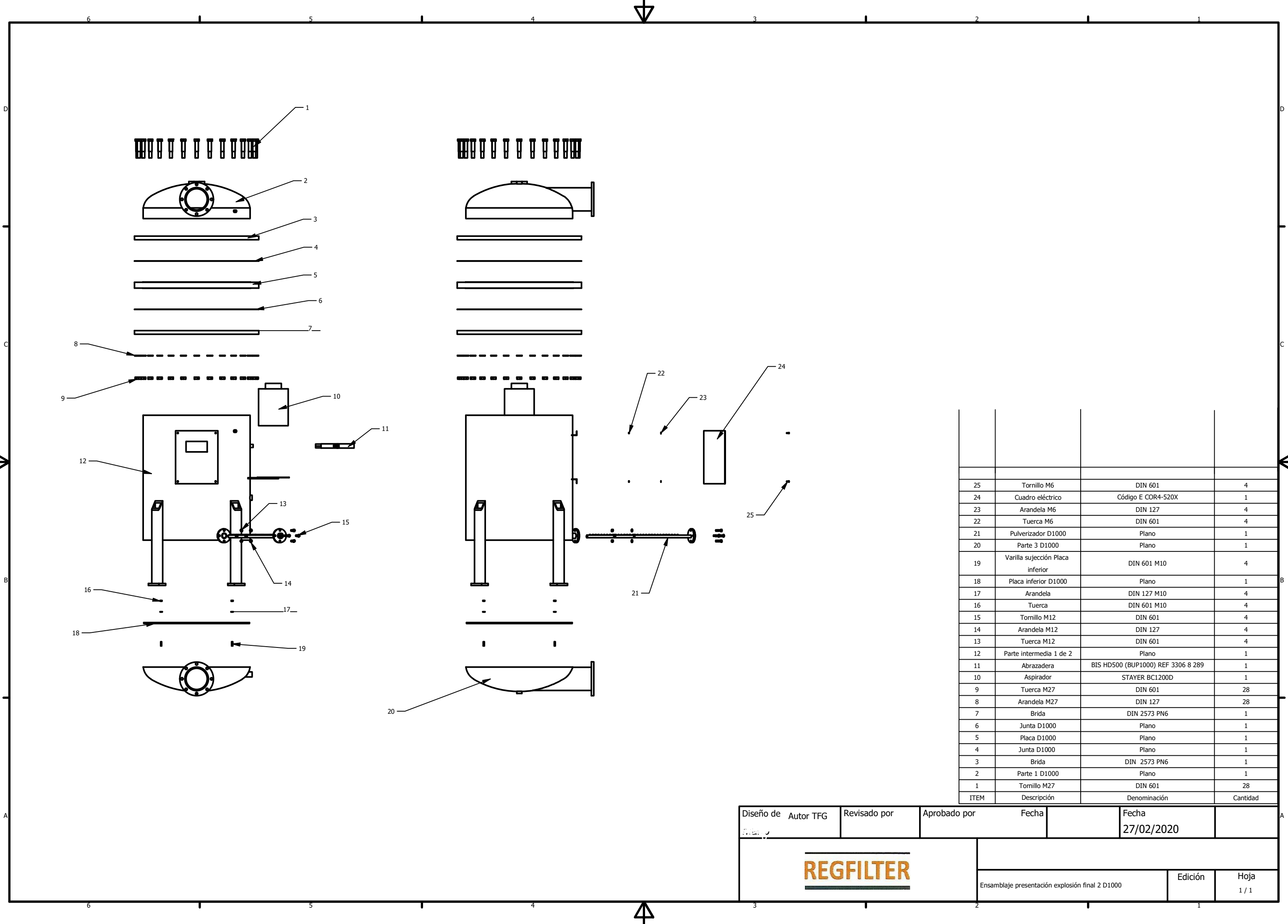






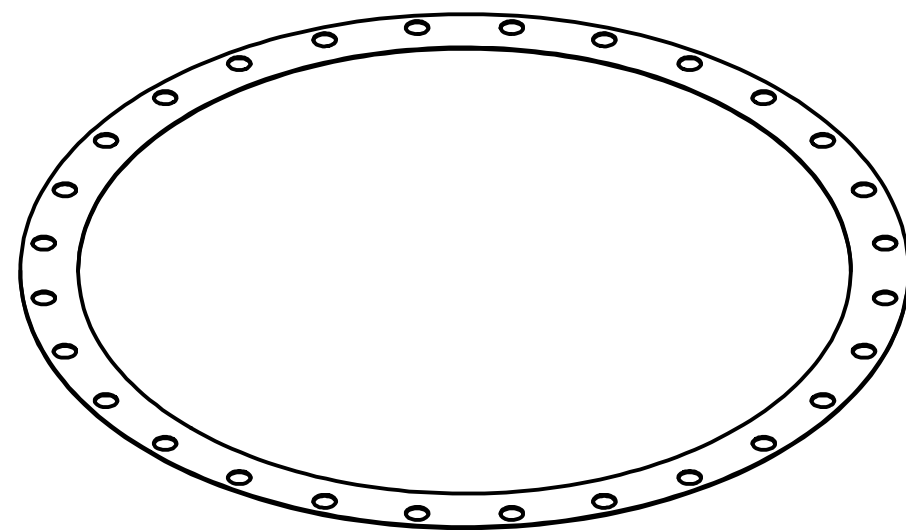
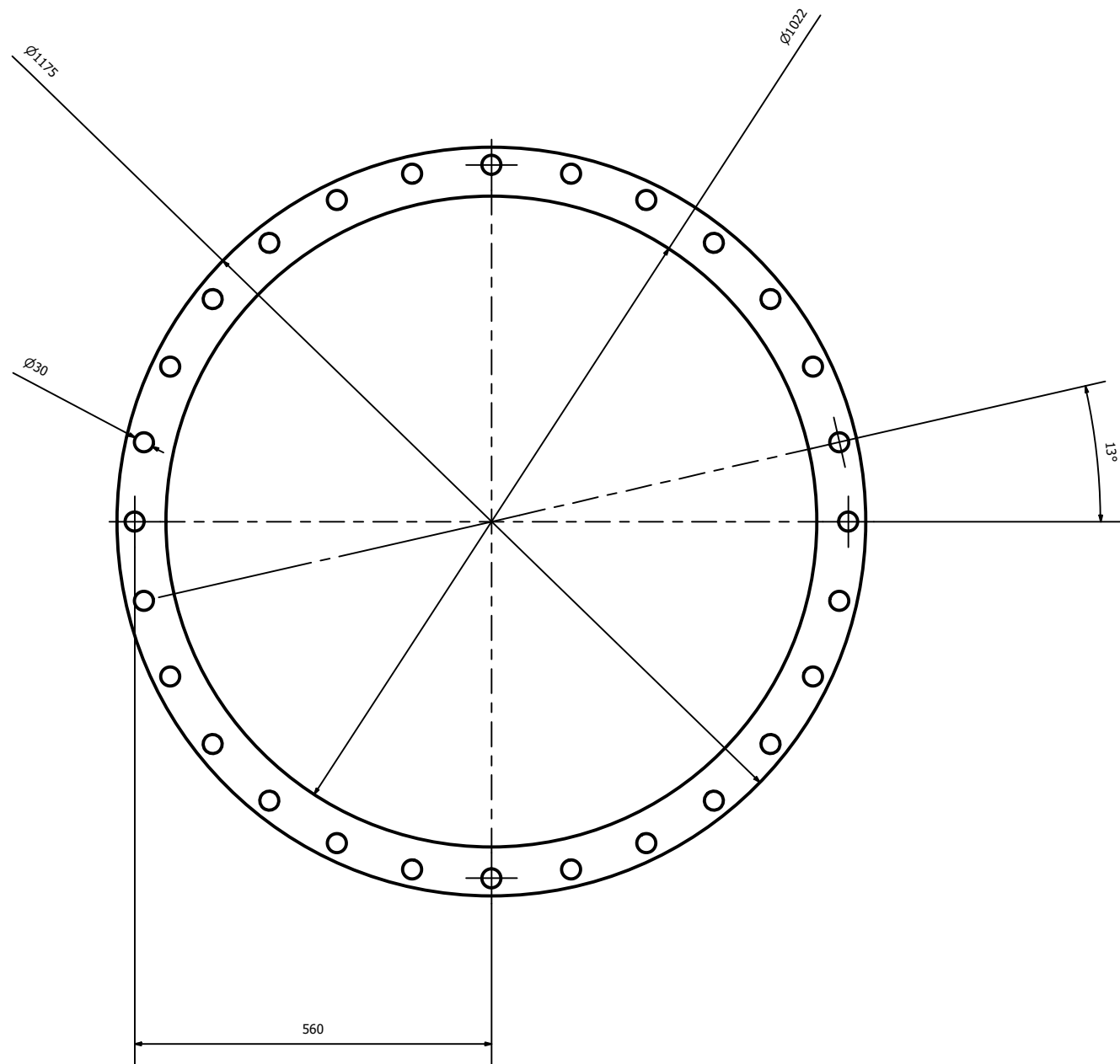
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
14	Placa superior	Plano	1
13	Cuadro Electrico	Código E COR4-520X	1
12	Juntas	Plano	2
11	Bridas	DIN 2573 PN 6	2
10	Angulares de aguas	Perfil L40	2
9	Arandela M12	DIN 127	4
8	Tuerca M12	DIN 601	4
7	Tornillo M12	DIN 601	4
6	Arandela M6	DIN 127	4
5	Tuerca M6	DIN 601	4
4	Tornillo M6	DIN 601	4
3	Arandela M27	DIN 127	28
2	Tuerca M27	DIN 601	28
1	Tornillo M27	DIN 601	28

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	12/02/2020		
				Ensamblaje final D1000				Edición	Hoja
									1 / 1



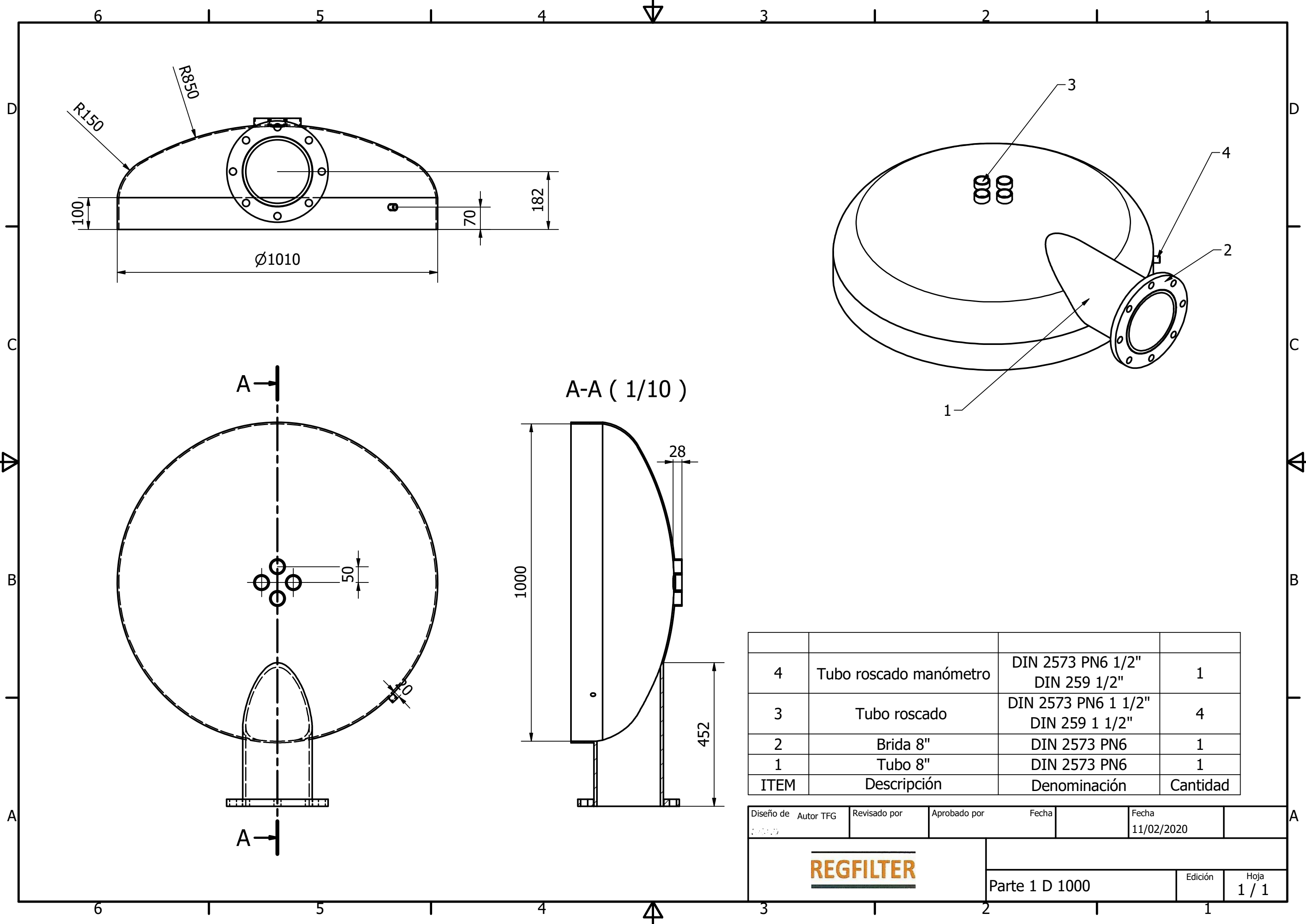
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
25	Tornillo M6	DIN 601	4
24	Cuadro eléctrico	Código E COR4-520X	1
23	Arandela M6	DIN 127	4
22	Tuerca M6	DIN 601	4
21	Pulverizador D1000	Plano	1
20	Parte 3 D1000	Plano	1
19	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
18	Placa inferior D1000	Plano	1
17	Arandela	DIN 127 M10	4
16	Tuerca	DIN 601 M10	4
15	Tornillo M12	DIN 601	4
14	Arandela M12	DIN 127	4
13	Tuerca M12	DIN 601	4
12	Parte intermedia 1 de 2	Plano	1
11	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1
10	Aspirador	STAYER BC1200D	1
9	Tuerca M27	DIN 601	28
8	Arandela M27	DIN 127	28
7	Brida	DIN 2573 PN6	1
6	Junta D1000	Plano	1
5	Placa D1000	Plano	1
4	Junta D1000	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 PN6	1
2	Parte 1 D1000	Plano	1
1	Tornillo M27	DIN 601	28

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						27/02/2020	
<div>REGFILTER</div>							
				Ensamblaje presentación explosión final 2 D1000		Edición	Hoja 1 / 1



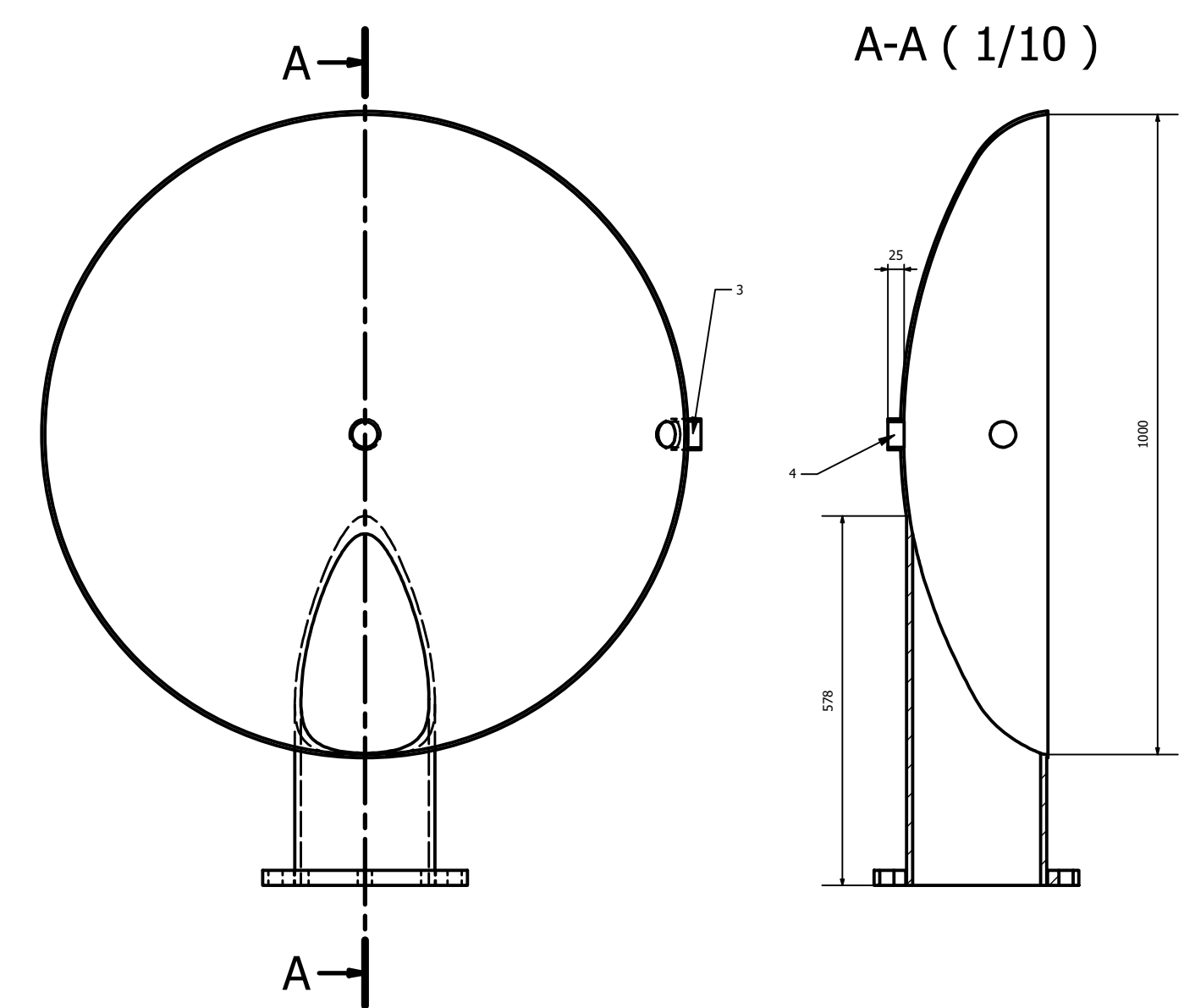
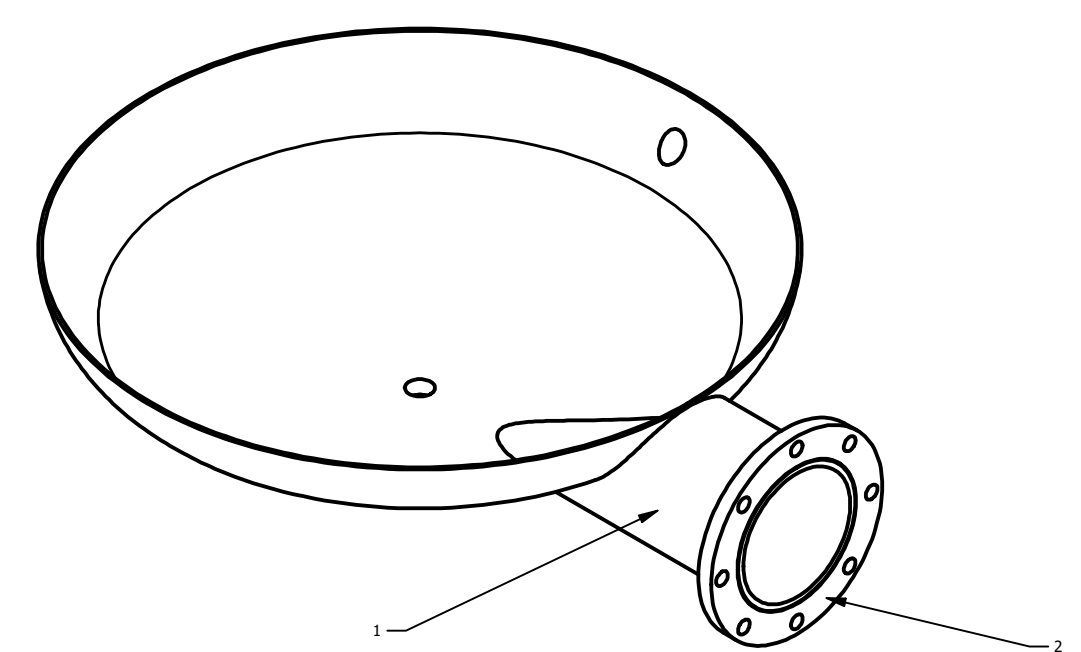
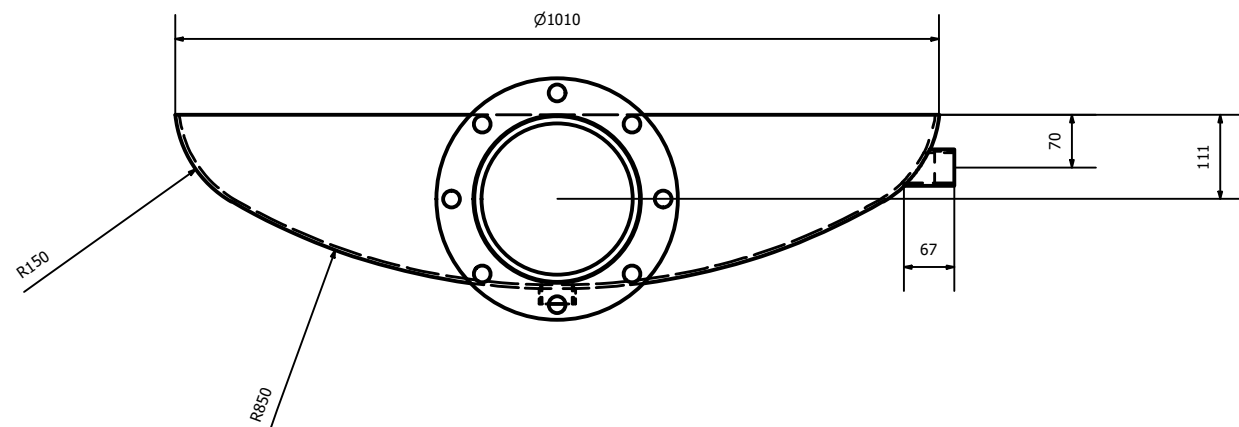
Material	Color	Espesor
NBR	Negro	2 mm

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						29/01/2020	
<b>REGFILTER</b>							
				Junta D 1000		Edición	Hoja 1 / 1



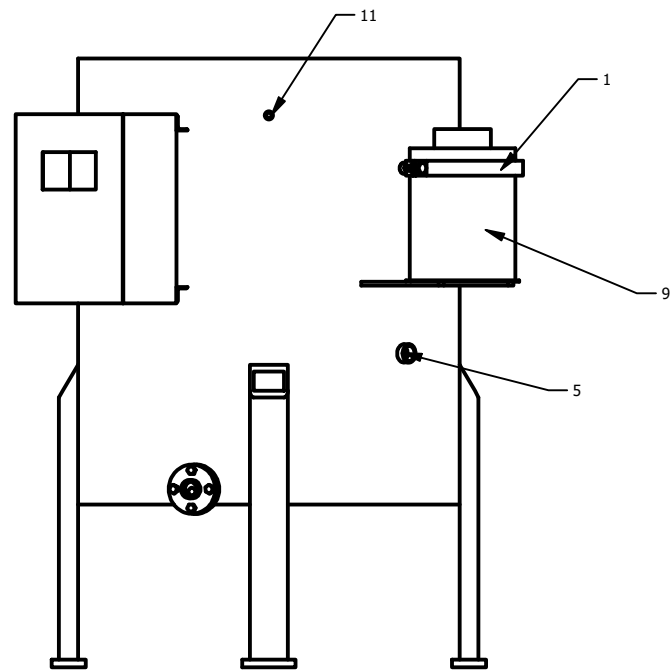
4	Tubo roscado manómetro	DIN 2573 PN6 1/2" DIN 259 1/2"	1
3	Tubo roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	4
2	Brida 8"	DIN 2573 PN6	1
1	Tubo 8"	DIN 2573 PN6	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
					11/02/2020	
REGFILTER				Parte 1 D 1000		
				Edición	Hoja	
					1 / 1	

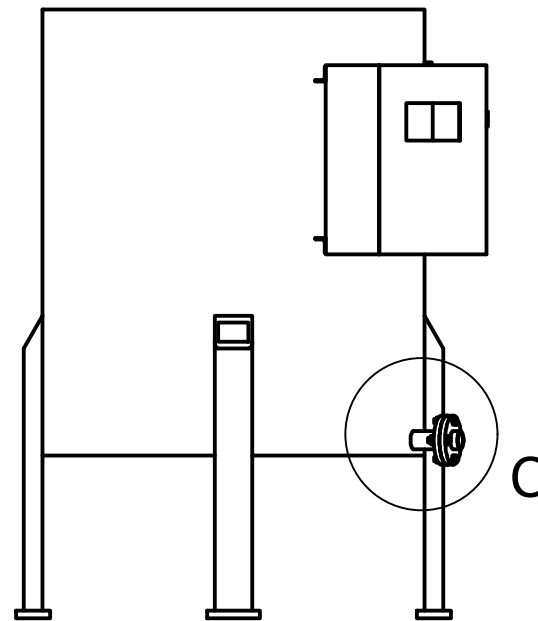


4	Tubo desagüe Roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
3	Tubo aireación roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
2	Brida 8"	DIN 2573 PN6	1
1	Tubo 8"	DIN 2573 PN6	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

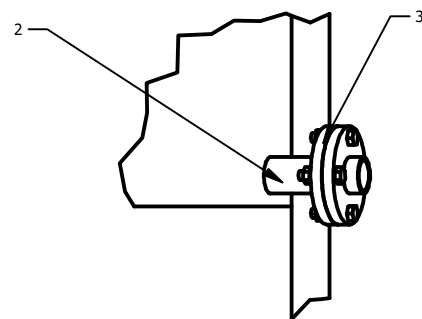
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	12/02/2020	
REGFILTER				Parte 3 D 1000				Edición
				Hoja				1 / 1



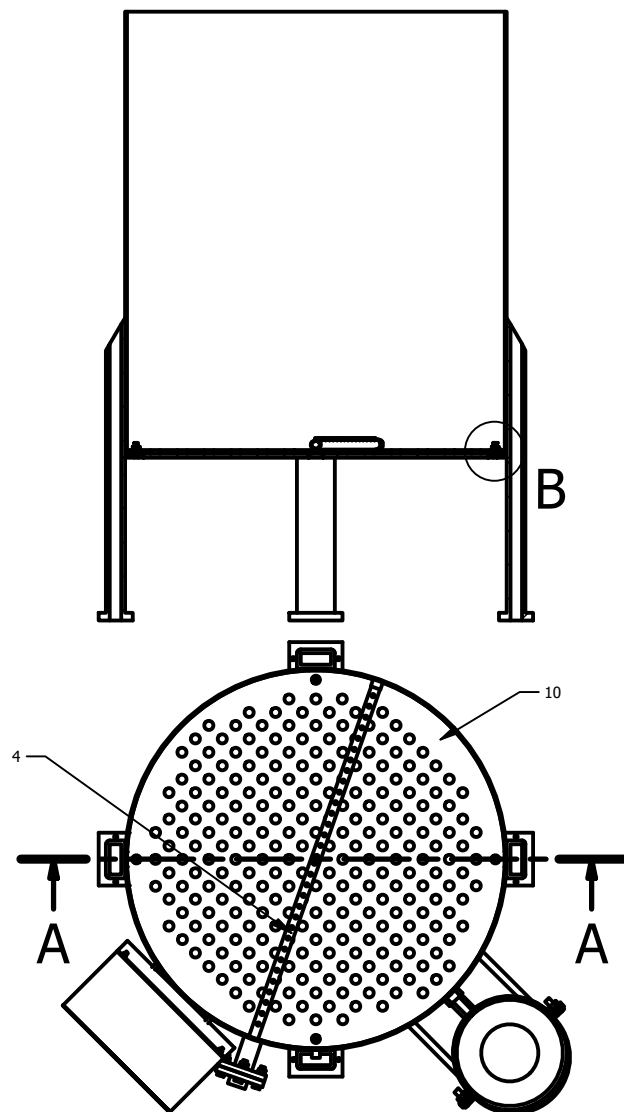
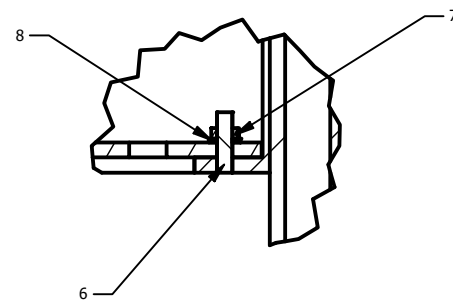
A-A ( 1 : 20 )




C ( 1 : 10 )



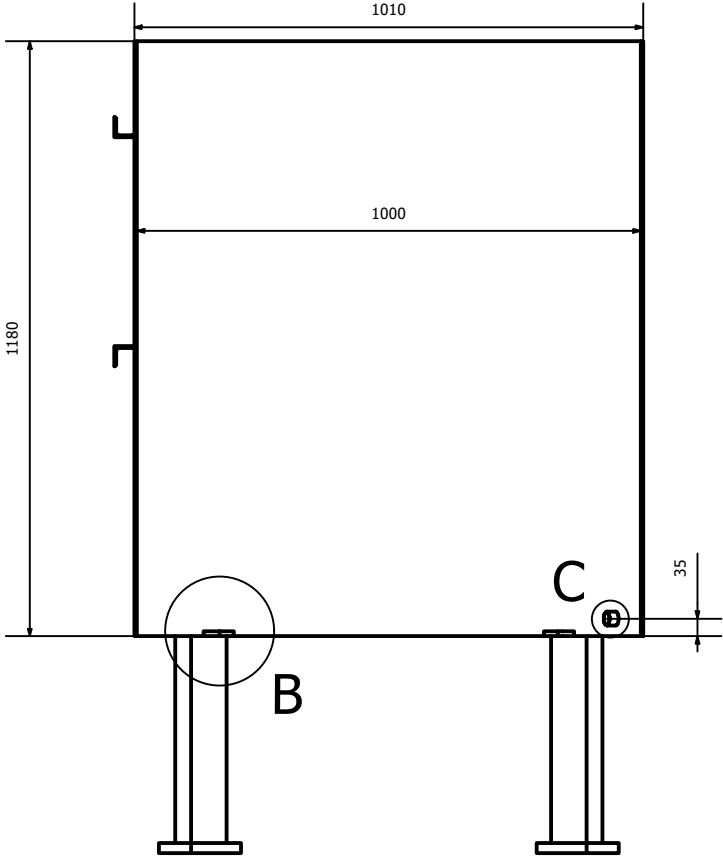
B ( 1/5 )



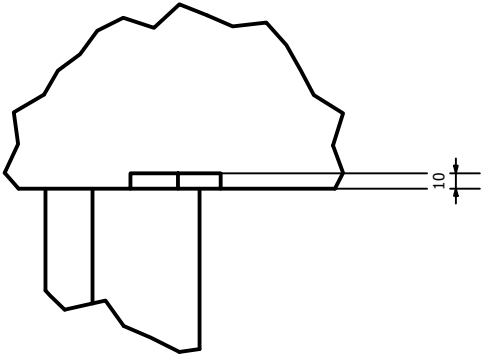
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
11	Tubo roscado Manómetro	DIN 2573 1/2" DIN 259 1/2"	1
10	Placa inferior	Plano	1
9	Aspirador	STAYER BC1200D	1
8	Arandela	DIN 127 M10	4
7	Tuerca	DIN 601 M10	4
6	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
5	Tubo entrada perlita	DIN 2573 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
4	Pulverizador	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 1 1/2"	1
2	Tubo	DIN 2573 1 1/2"	1
1	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				13/02/2020		
				Edición		
Parte intermedia 1 de 1				Hoja		
				1 / 1		

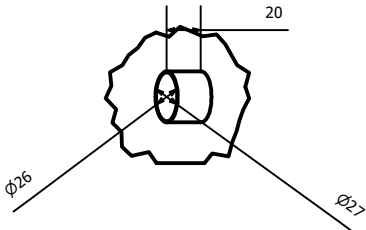
A-A ( 1 : 15 )



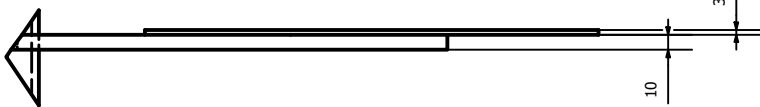
B ( 1 : 5 )



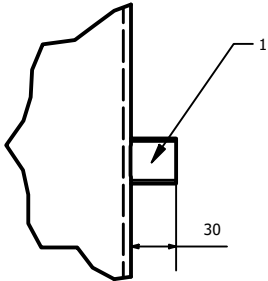
C ( 1 : 4 )



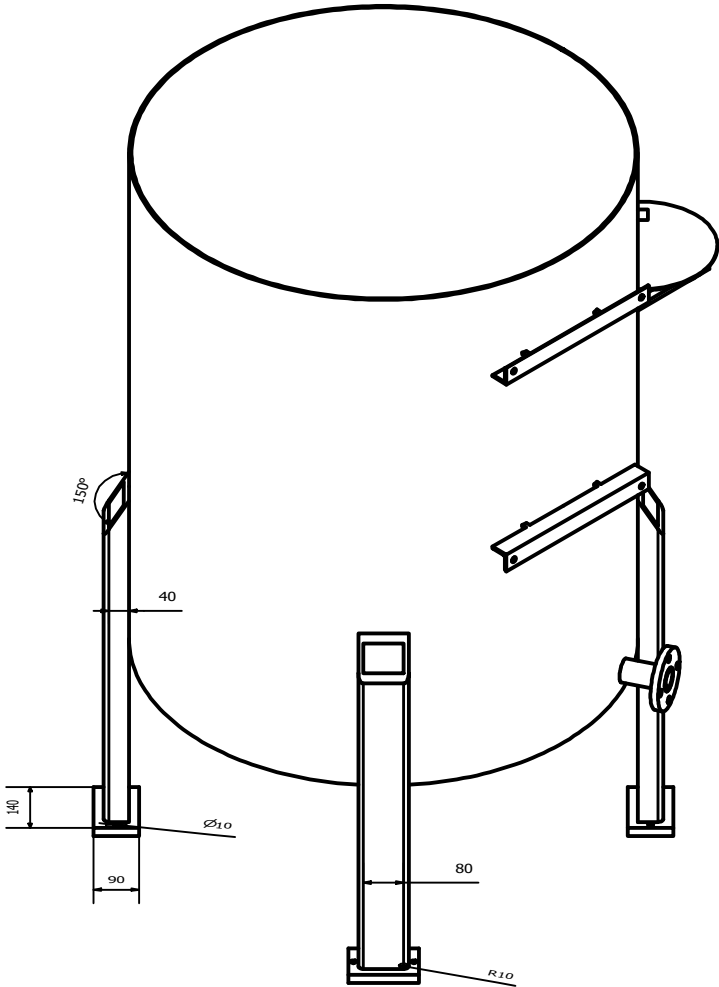
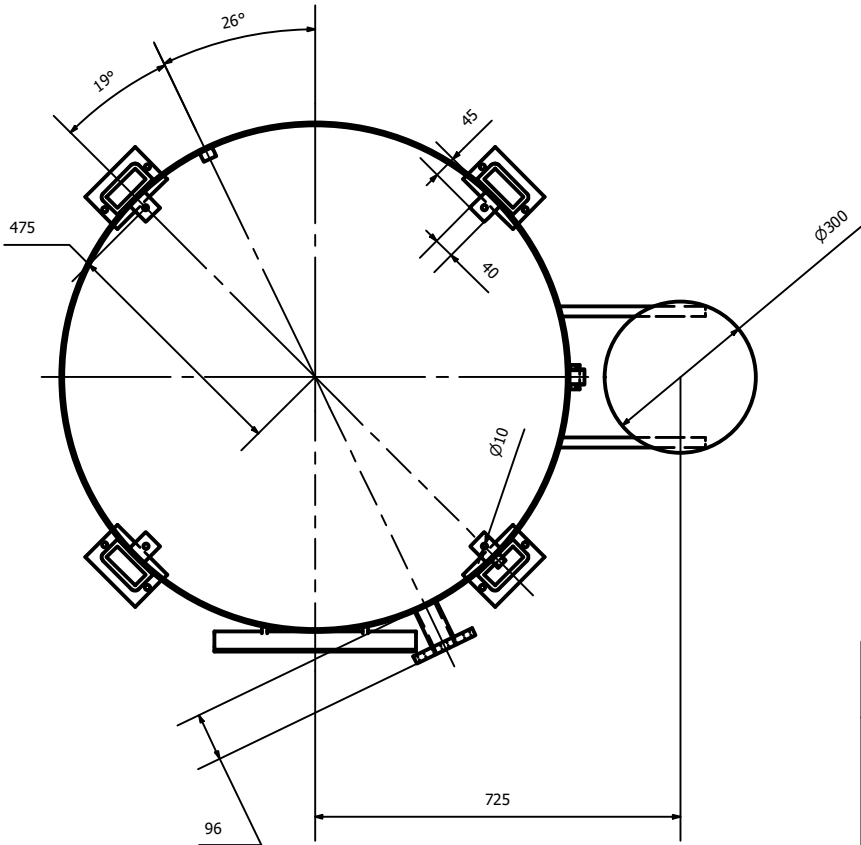
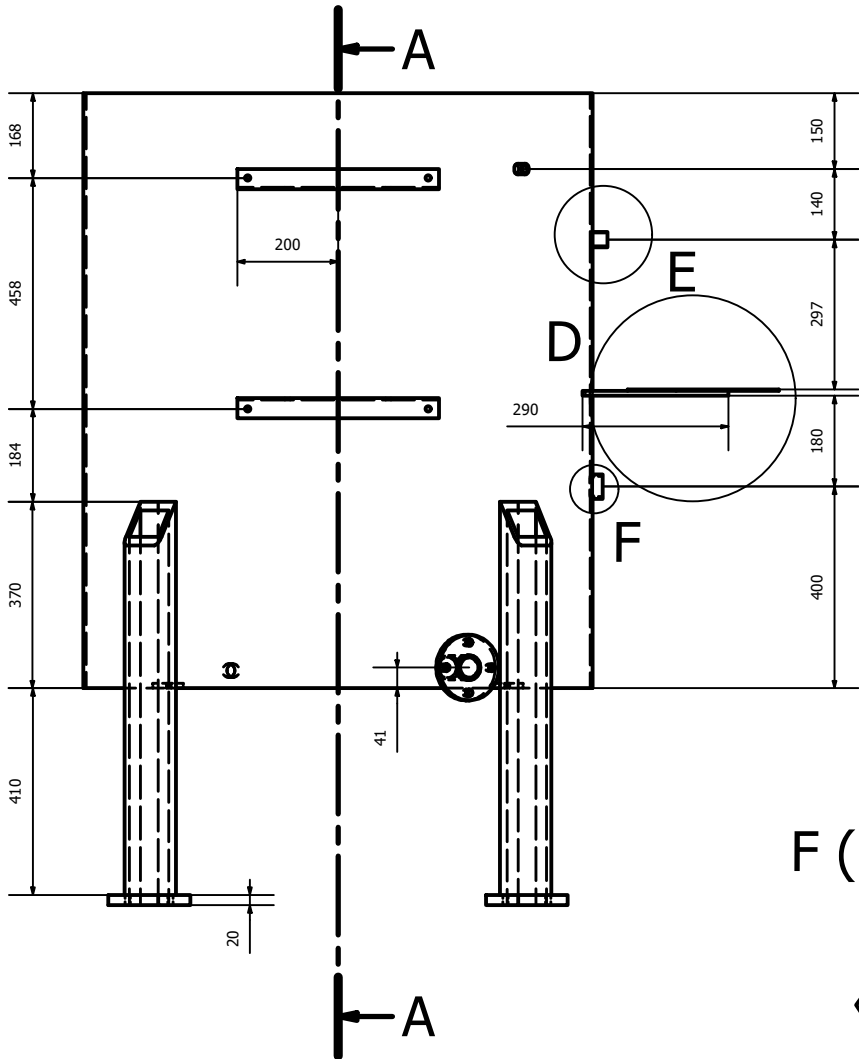
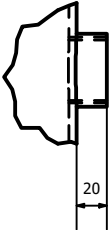
D ( 1 : 5 )



E ( 1 : 5 )

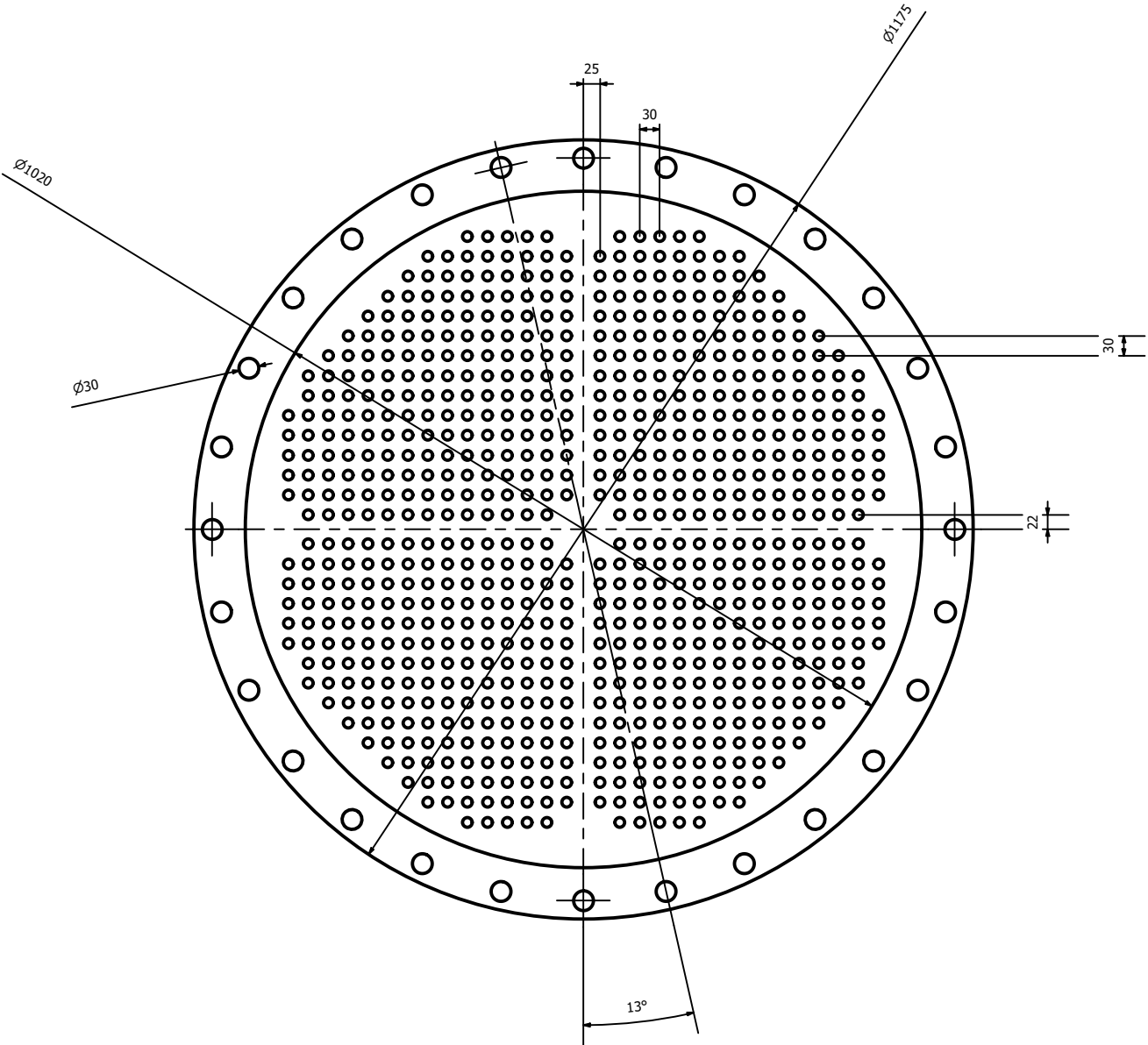
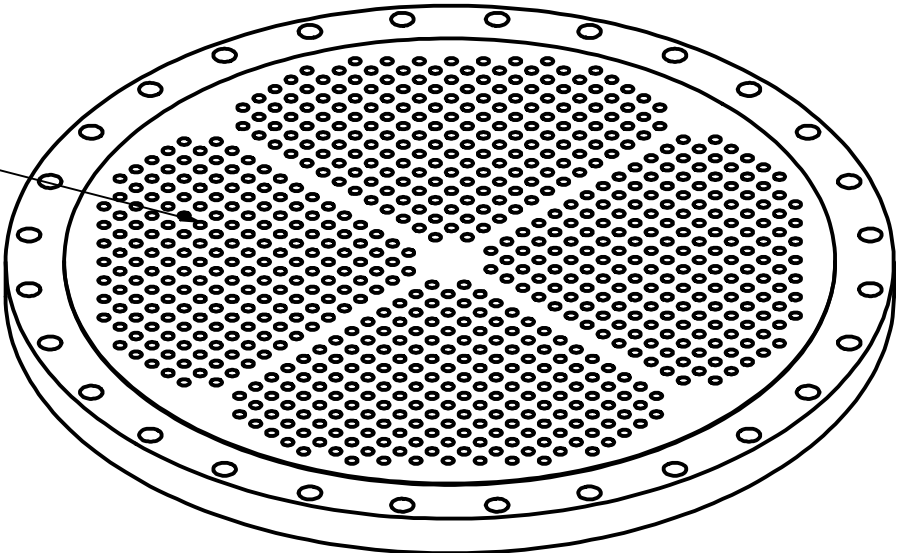
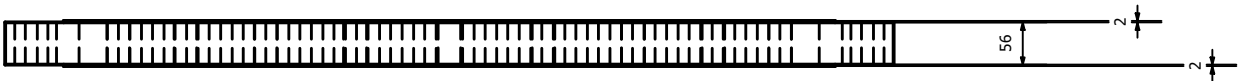


F ( 1 : 5 )



1	Barra	M30	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

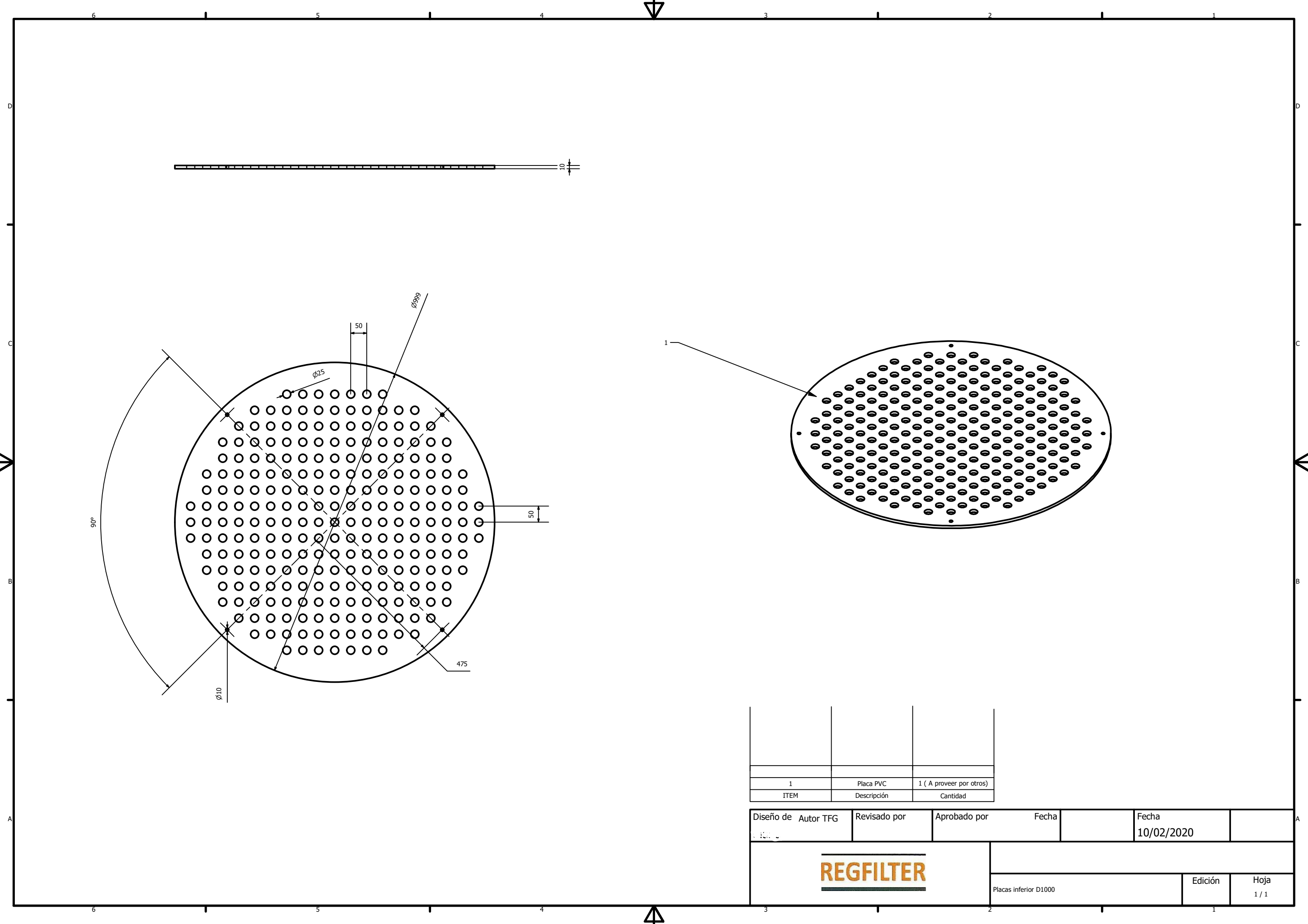
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				13/02/2020		
REGFILTER				Parte intermedia 1 de 2		
				Edición	Hoja	
					1 / 1	



2	Placa PRFV	1 (A proveer por otros)
1	Agujeros	736
ITEM	Descripción	Cantidad

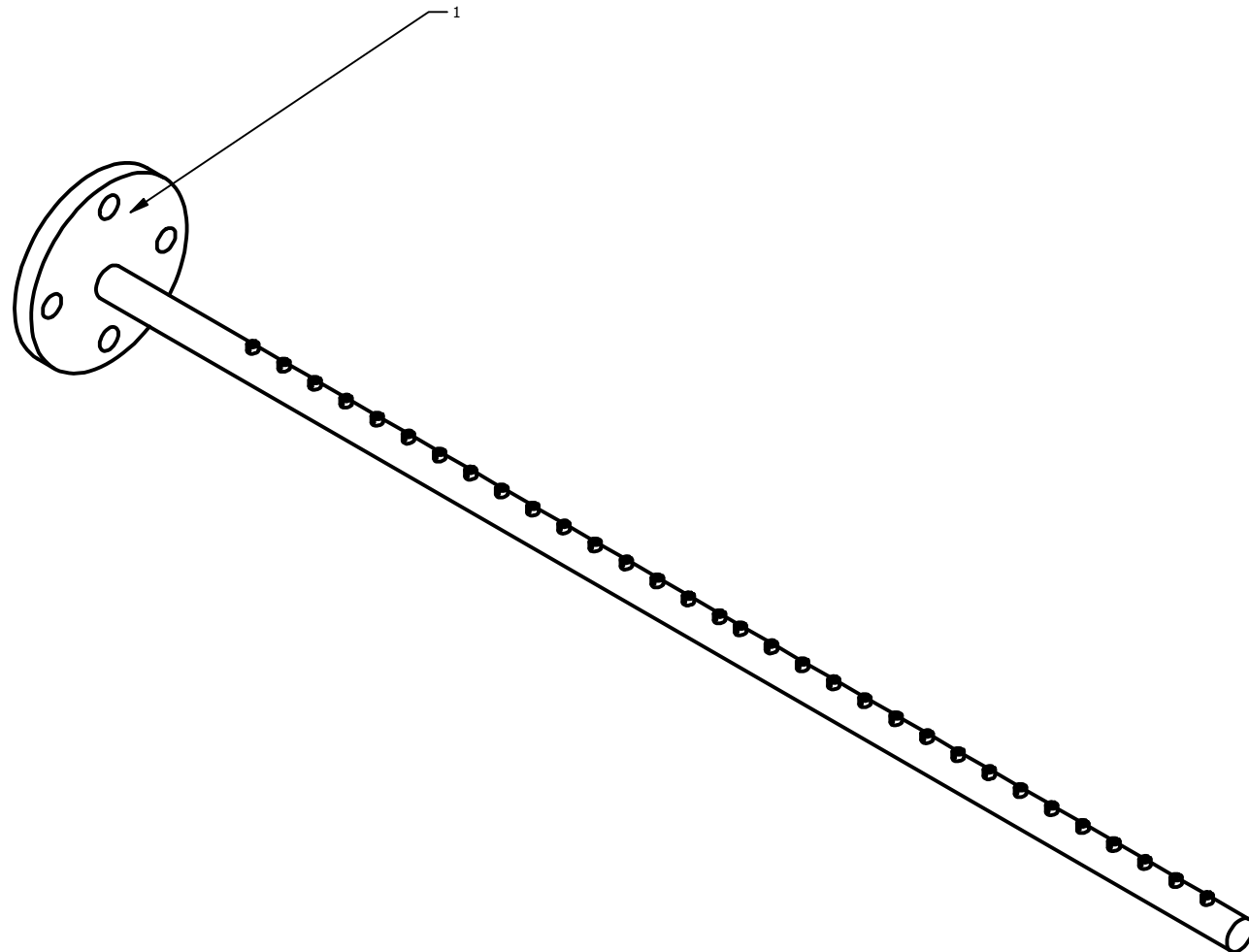
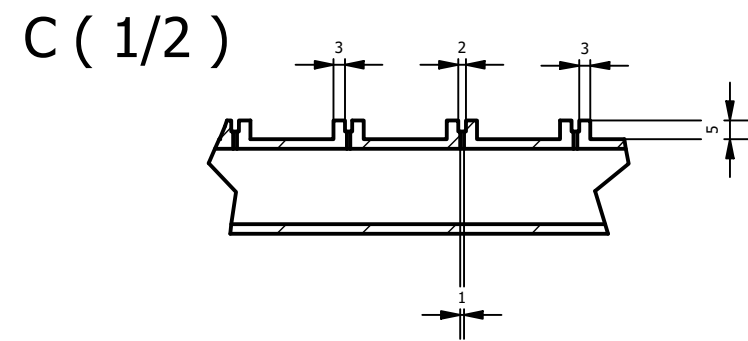
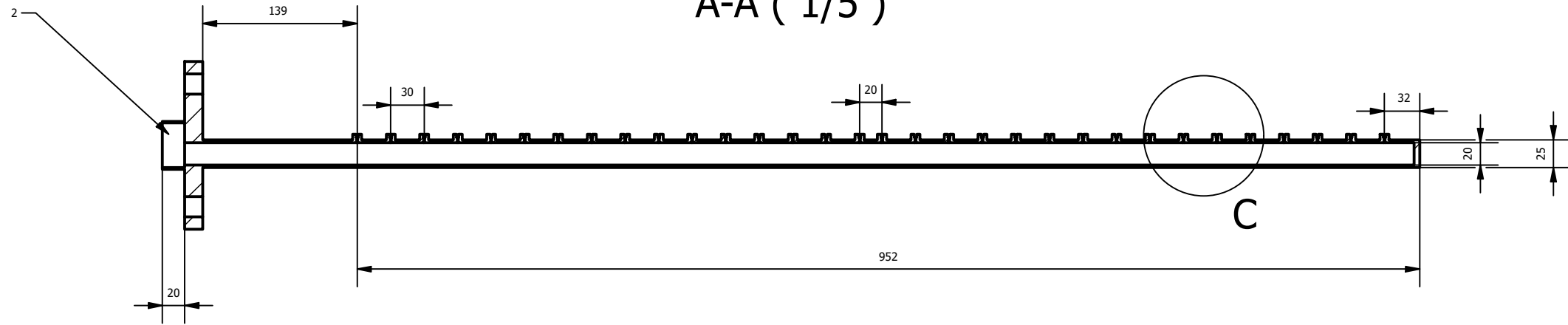
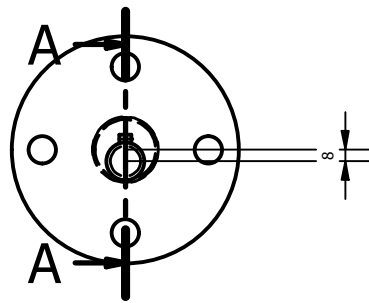
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	29/01/2020	
								
				Placa D 1000			Edición	Hoja
							1 / 1	





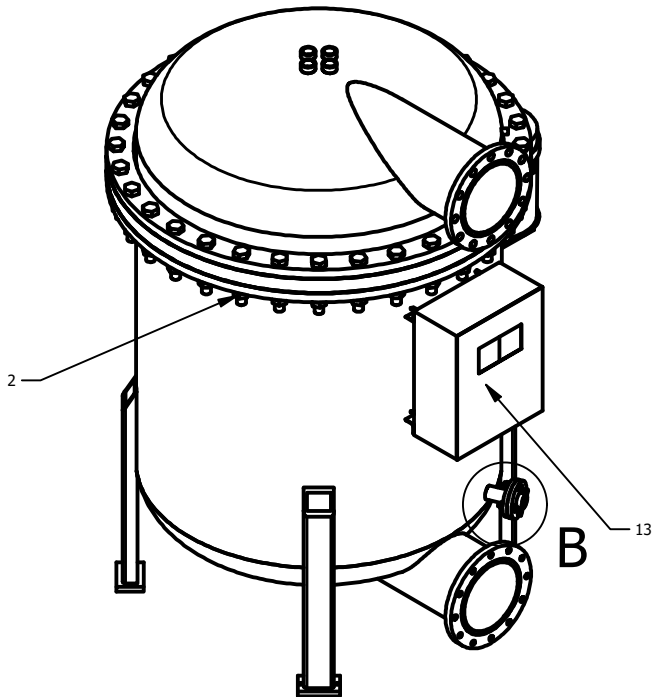
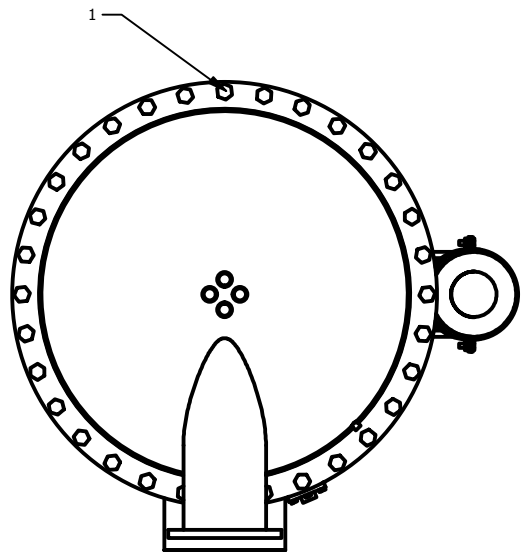
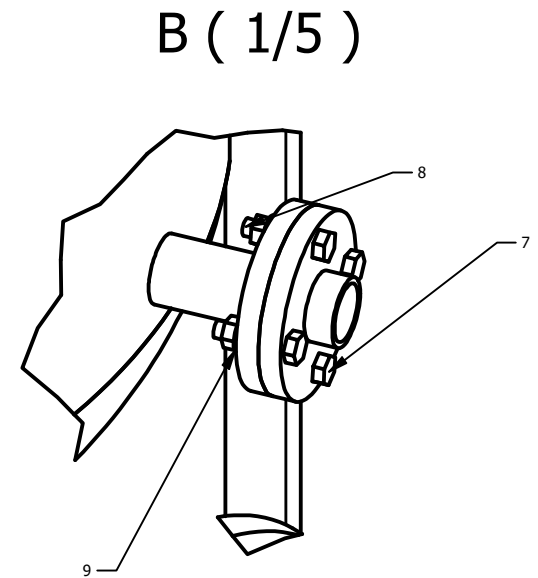
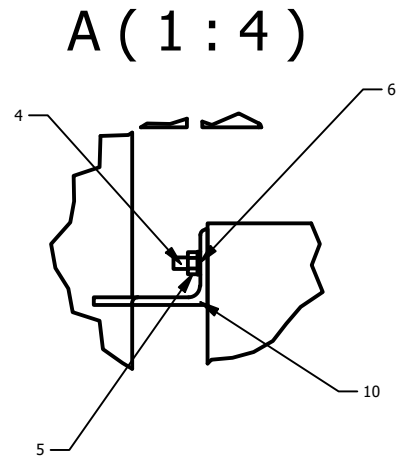
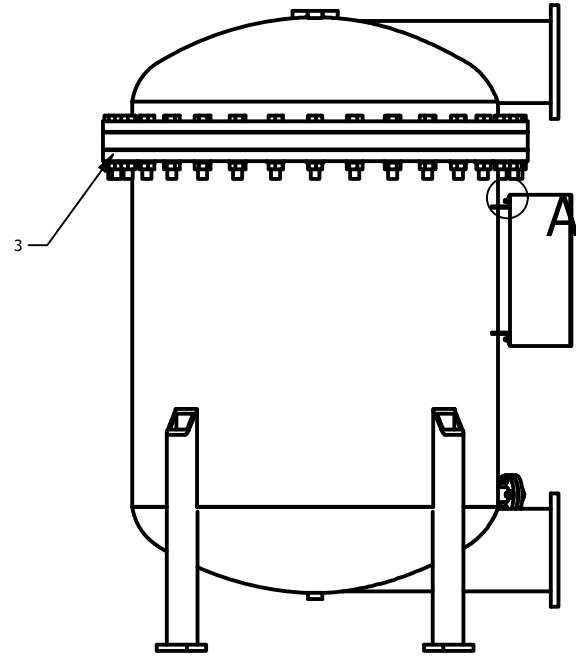
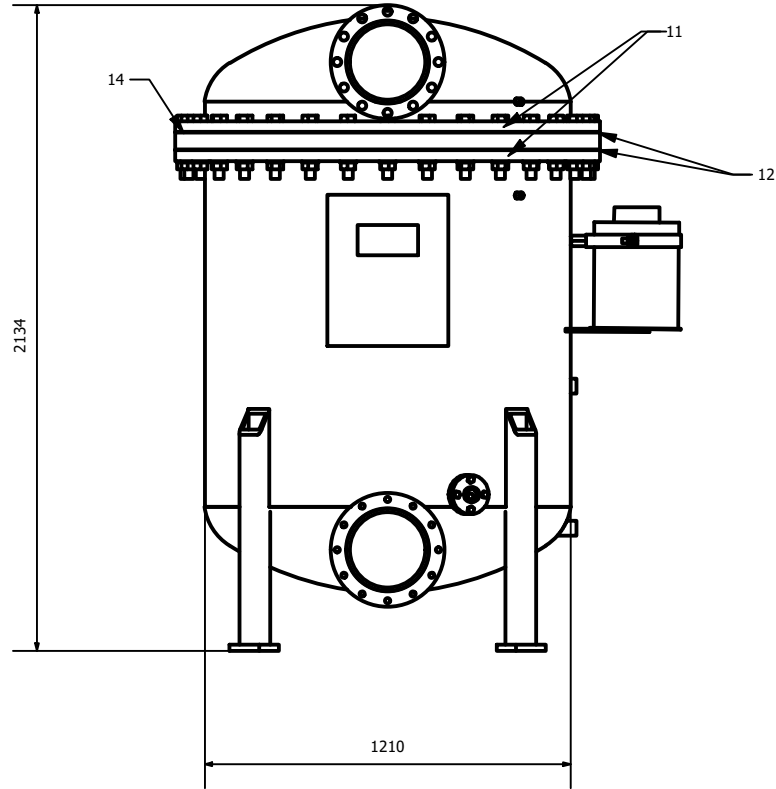
1	Placa PVC	1 ( A proveer por otros)
ITEM	Descripción	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						10/02/2020	
<b>REGFILTER</b>							
				Placas inferior D1000		Edición	Hoja 1 / 1



3	Tubo Roscado	DIN 259 1/4"	32
2	Tubo Roscado	DIN 2527 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
1	Brida ciega Dn 40	DIN 2527	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

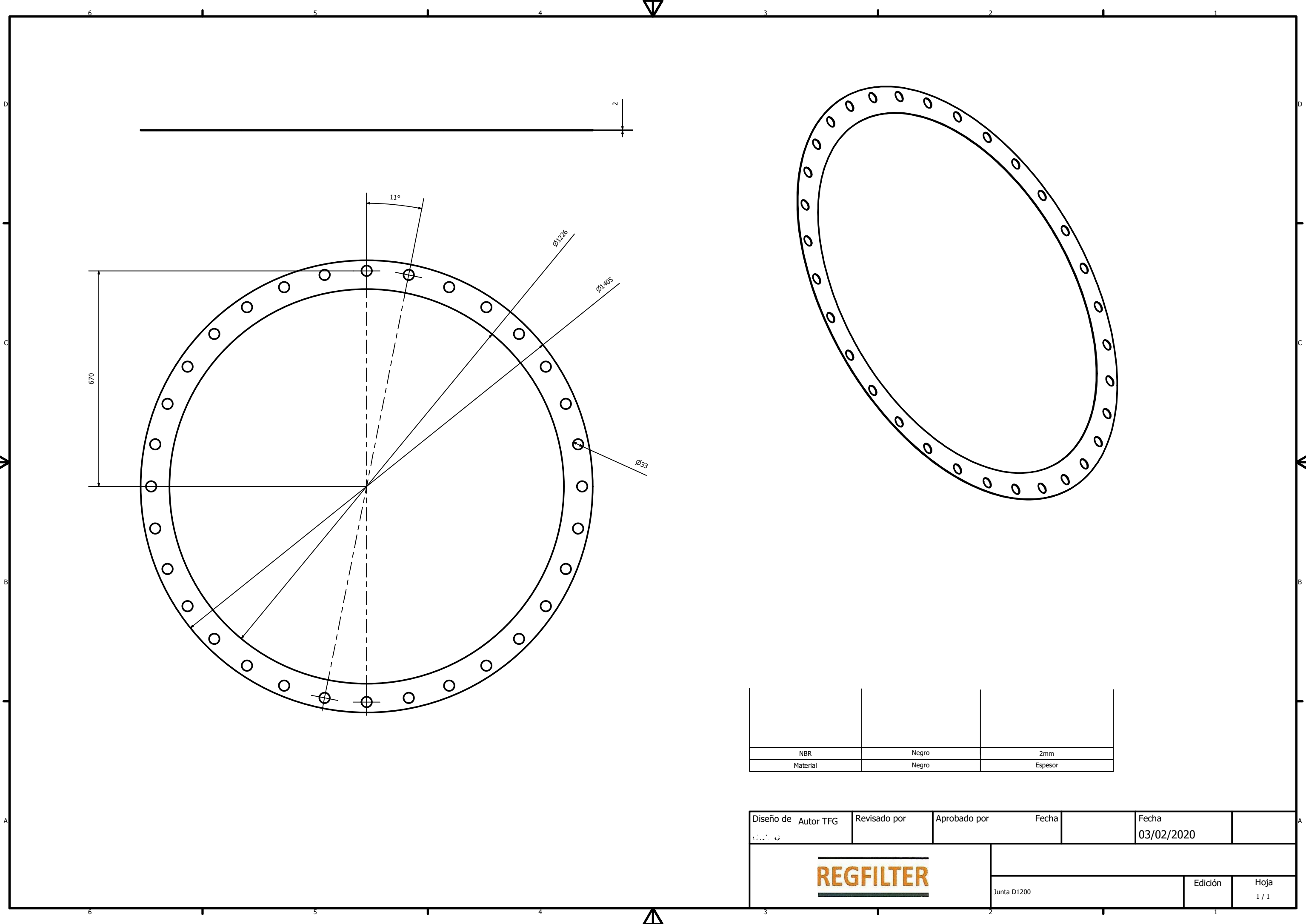
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						29/01/2020	
<b>REGFILTER</b>							
				Pulverizador D 1000		Edición	Hoja 1 / 1

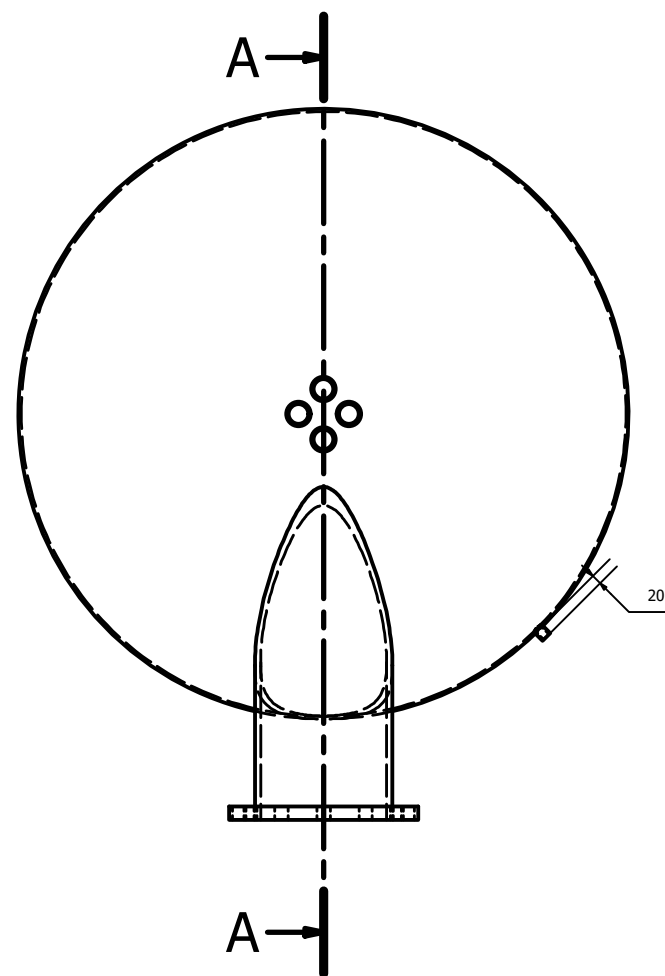
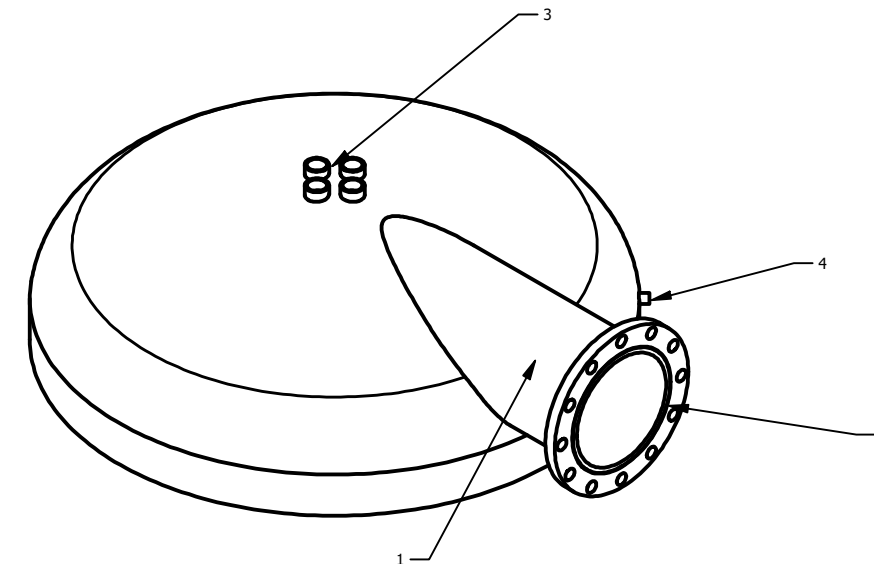
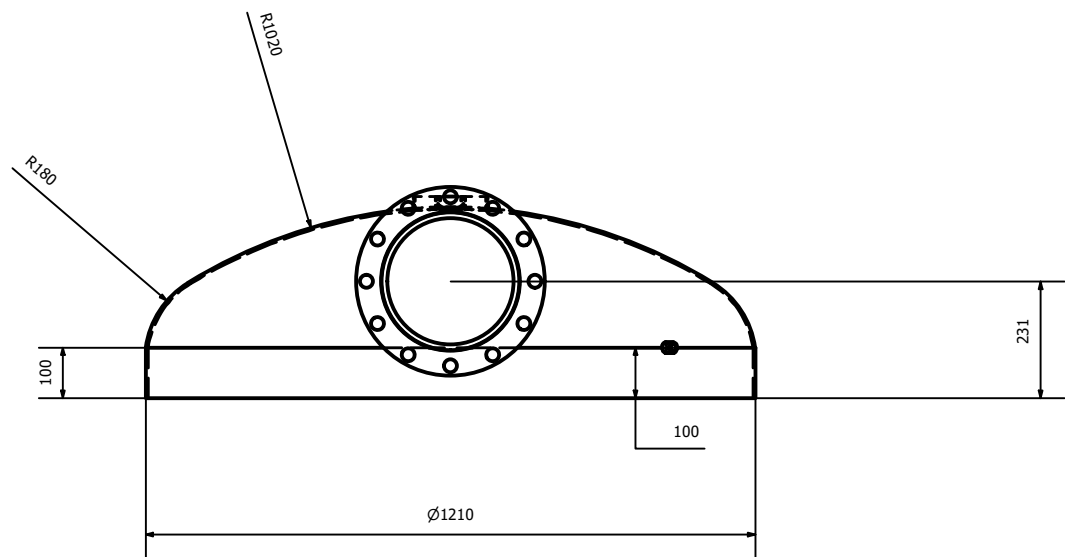


ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
14	Placa superior	Plano	1
13	Cuadro Eléctrico	Código E COR4-520X	1
12	Junta	Plano	2
11	Brida	din 2573 PN 6	2
10	Angulares de alas iguales	Perfil L40	2
9	Arandela M12	DIN 127	4
8	Tuerca M12	DIN 601	4
7	Tornillo M12	DIN 601	4
6	Arandela M6	DIN 127	4
5	Tuerca M6	DIN 601	4
4	Tornillo M6	DIN 601	4
3	Arandela M33	DIN 127	32
2	Tuerca M33	DIN 601	32
1	Tornillo M33	DIN 601	32

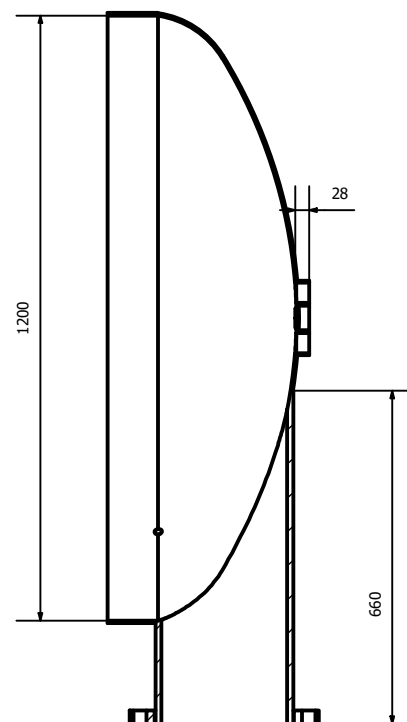
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	12/02/2020	
<div>REGFILTER</div>								
				Ensamblaje final D1200			Edición	Hoja 1 / 1







A-A ( 1 : 15 )



ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
4	Tubo roscado Manómetro	DIN 2573 PN6 1/2" DIN 259 1/2"	1
3	Tubo Roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	4
2	Brida 10"	DIN 2573 PN6	1
1	Tubo 10"	DIN 2573 PN6	1

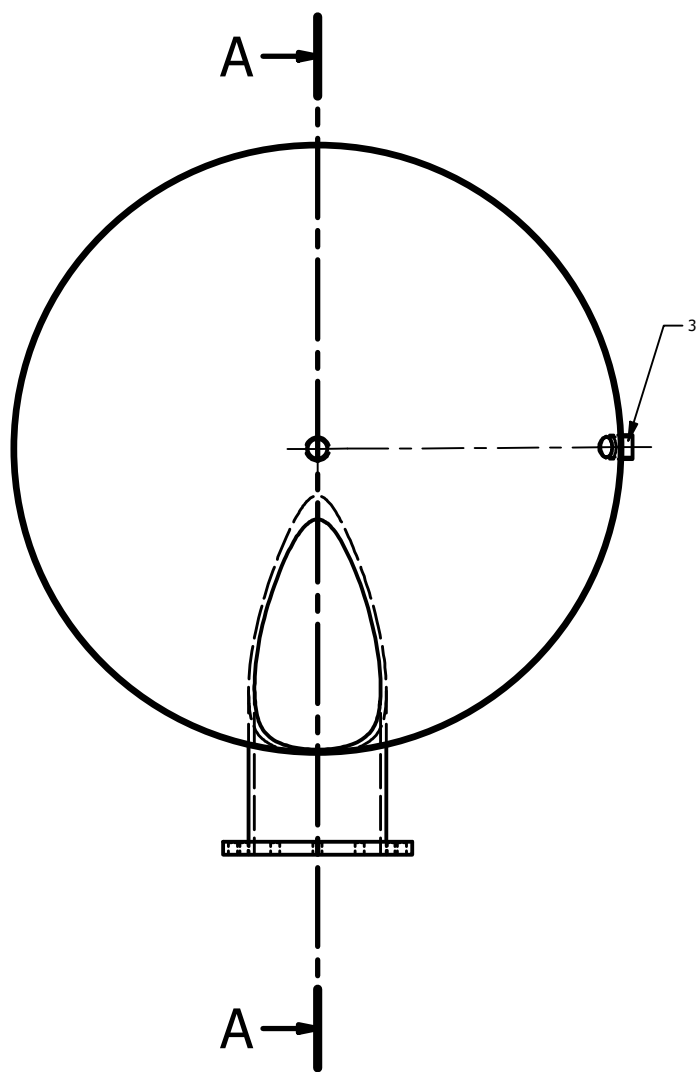
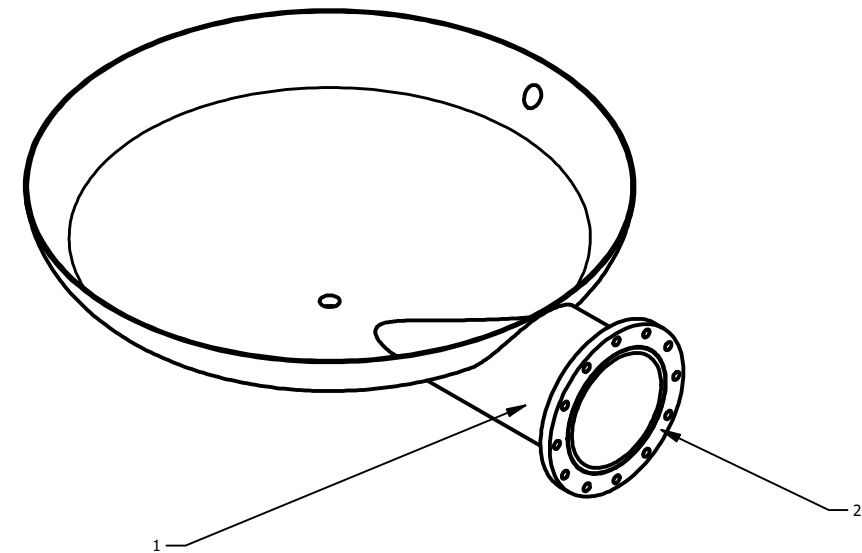
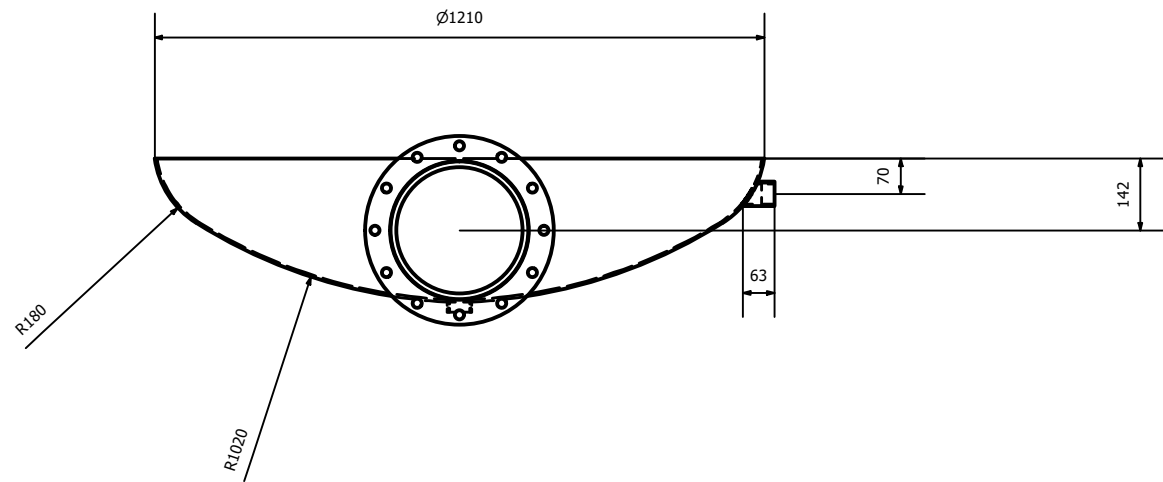
Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha
					12/02/2020

REGFILTER

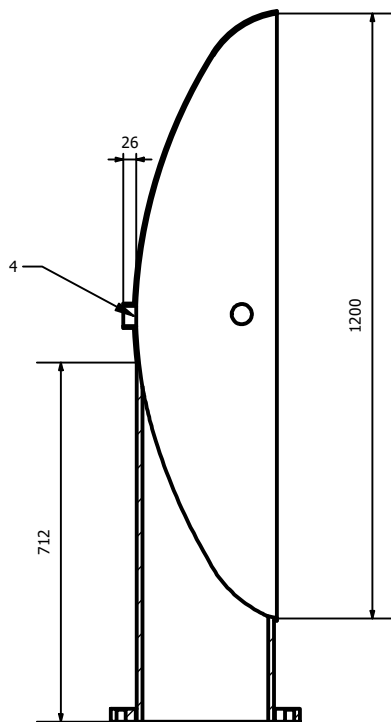
Parte 1 D 1200

Edición

Hoja  
1 / 1



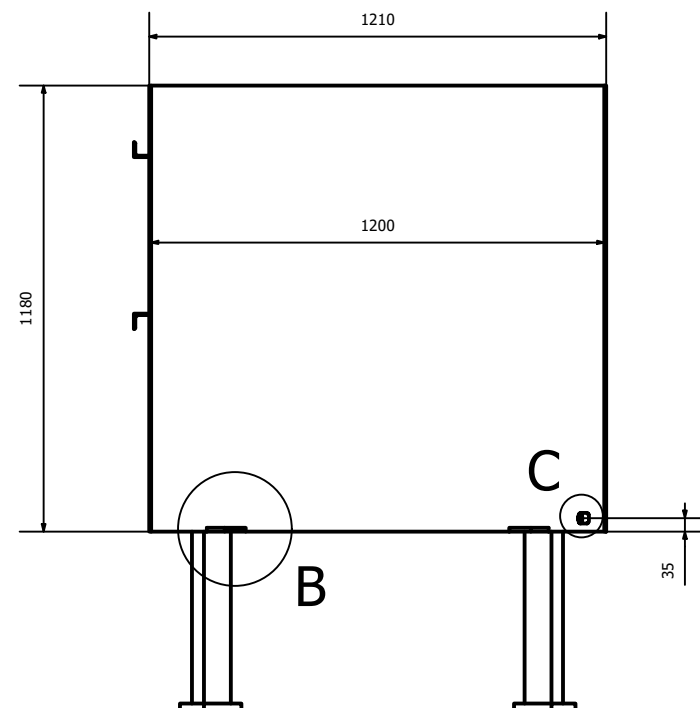
A-A ( 1 : 15 )



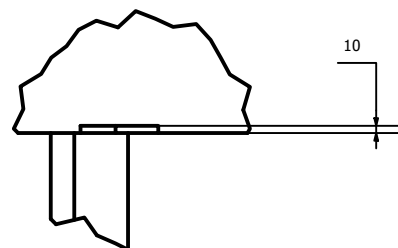
4	Tubo desagüe roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
3	Tubo roscado aireación	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
2	Brida 10"	DIN 2573 PN 6	1
1	Tubo 10"	DIN 2573 PN6	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						12/02/2020	
REGFILTER							
Parte 3 D 1200				Edición		Hoja	
						1 / 1	

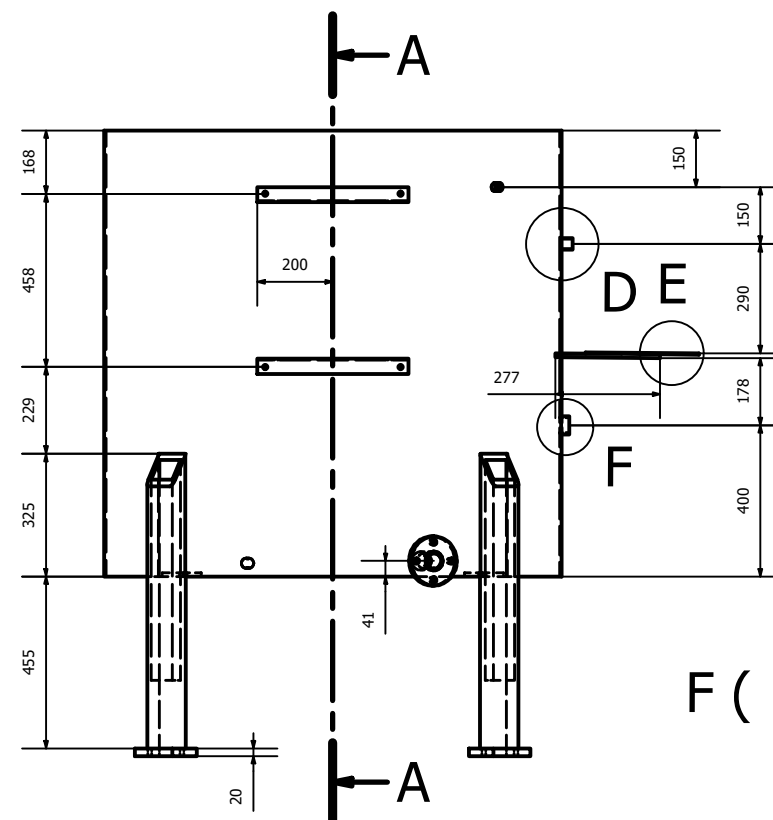
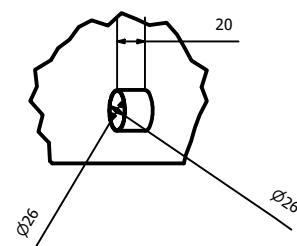
A-A ( 1 : 20 )



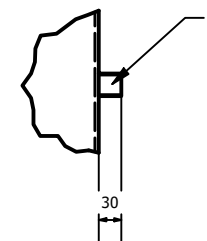
B ( 1 : 10 )



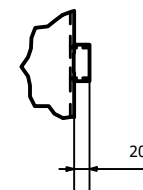
C ( 1 : 5 )



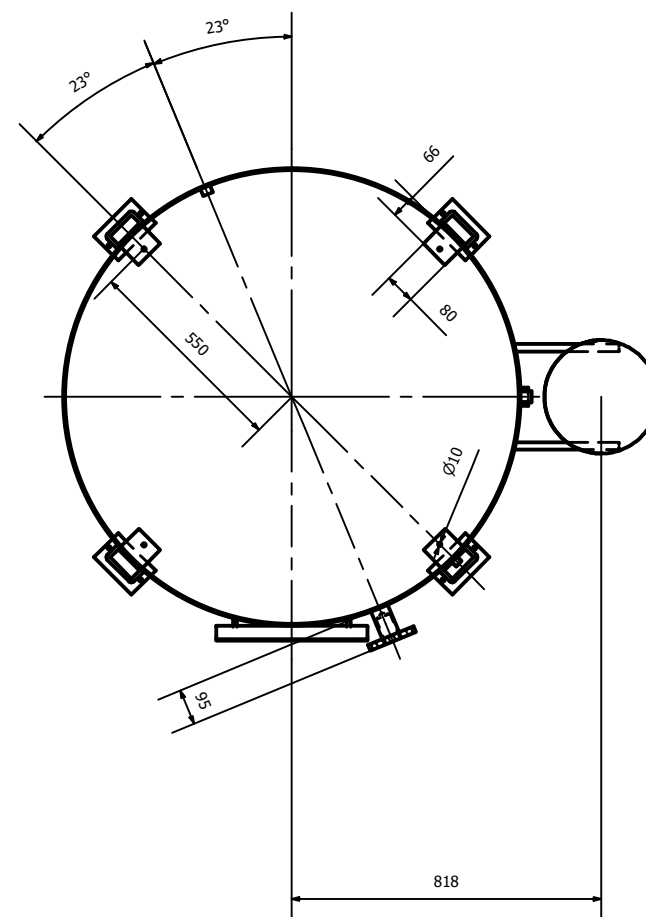
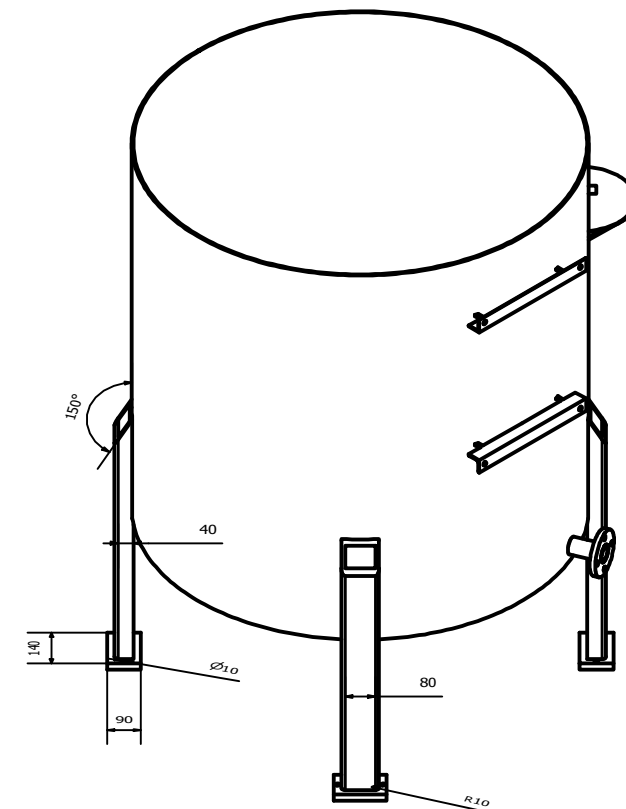
D ( 1 : 10 )



F ( 1 : 10 )



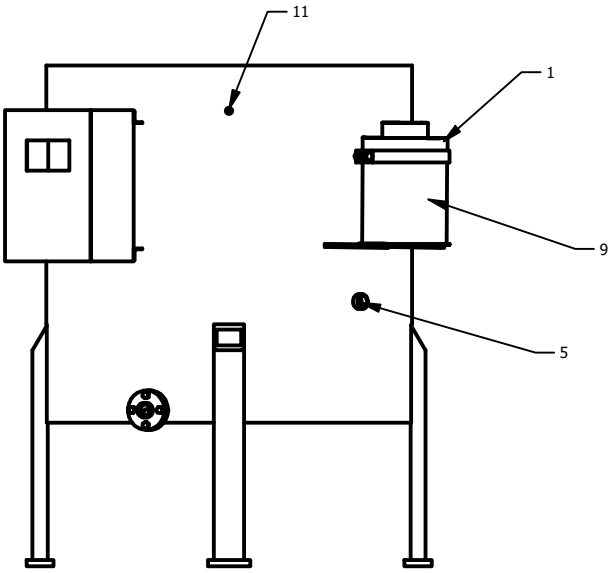
E ( 1 : 5 )



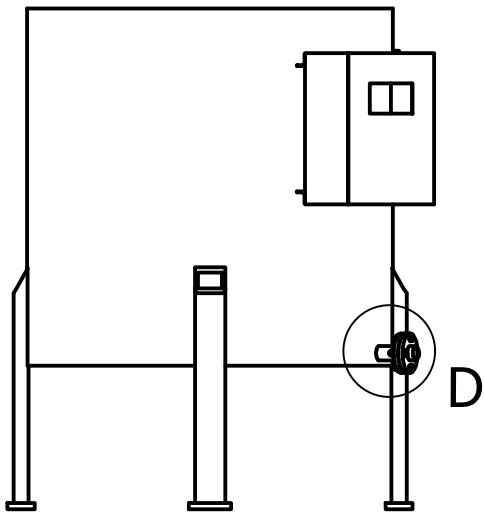
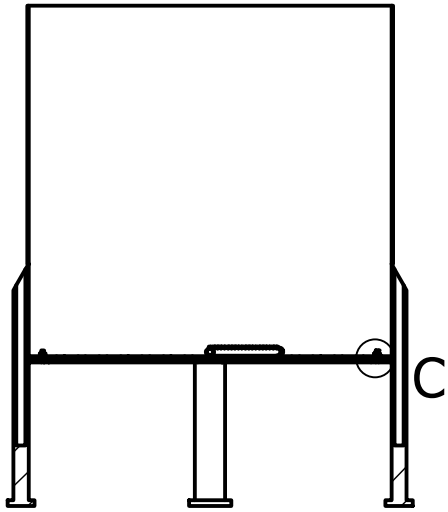
1	Barra	M30	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				13/02/2020	
REGFILTER			Parte intermedia 1 de 1		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	

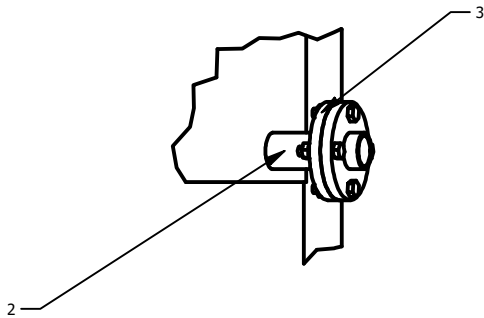




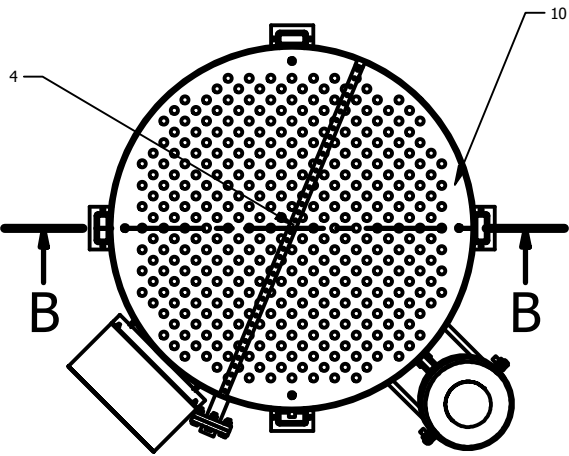
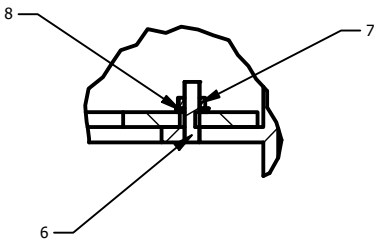
B-B ( 1 : 25 )



D ( 1/10 )

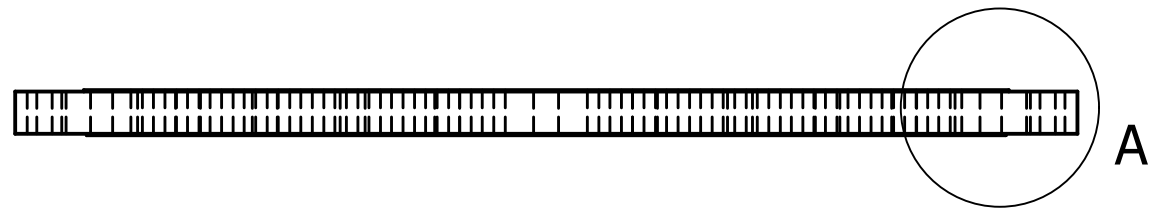


C ( 1/5 )

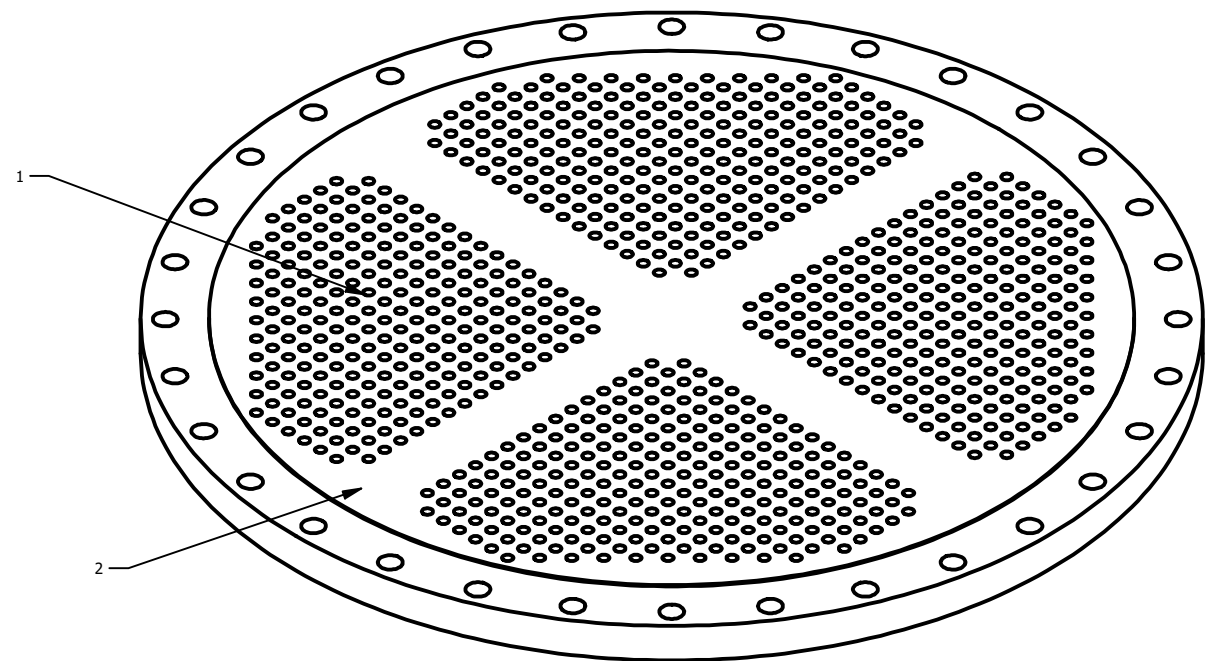
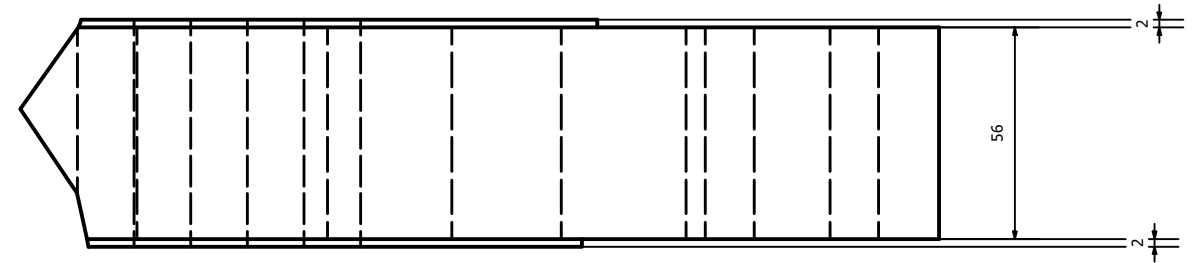
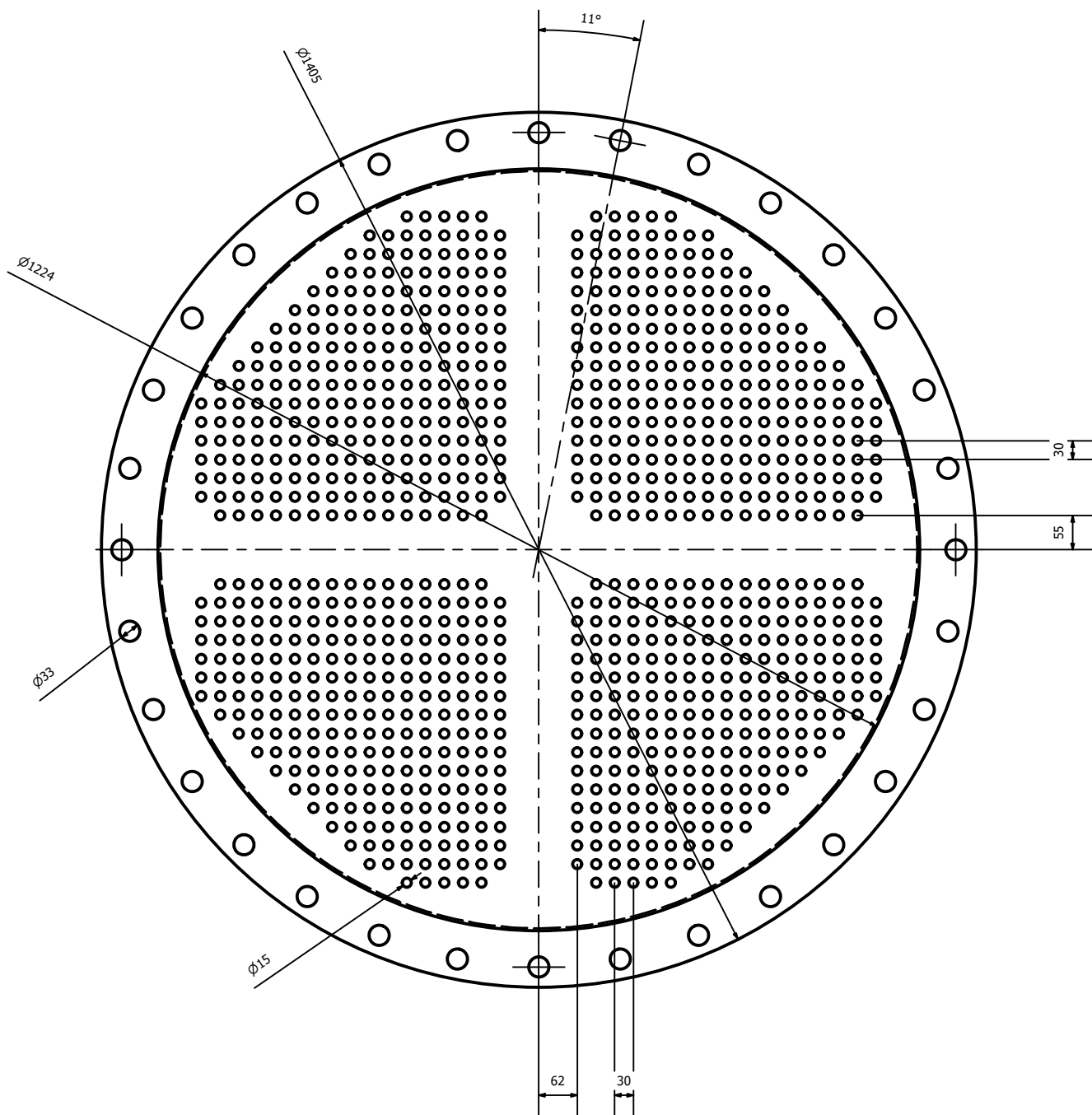


ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
11	Tubo roscado Maómetro	DIN 2573 1/2" DIN 259 1/2"	1
10	Placa inferior	Plano	1
9	Aspirador	STAYER BC1200D	1
8	Arandela	DIN 127 M10	4
7	Tuerca	DIN 601 M10	4
6	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
5	Tubo entada perlita	DIN 2573 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
4	Pulverizador	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 1 1/2"	1
2	Tubo	DIN 2573 1 1/2"	1
1	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 3306 8 289	1

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
13/02/2020				13/02/2020	
<b>REGFILTER</b>			Parte intermedia 1 de 2		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	

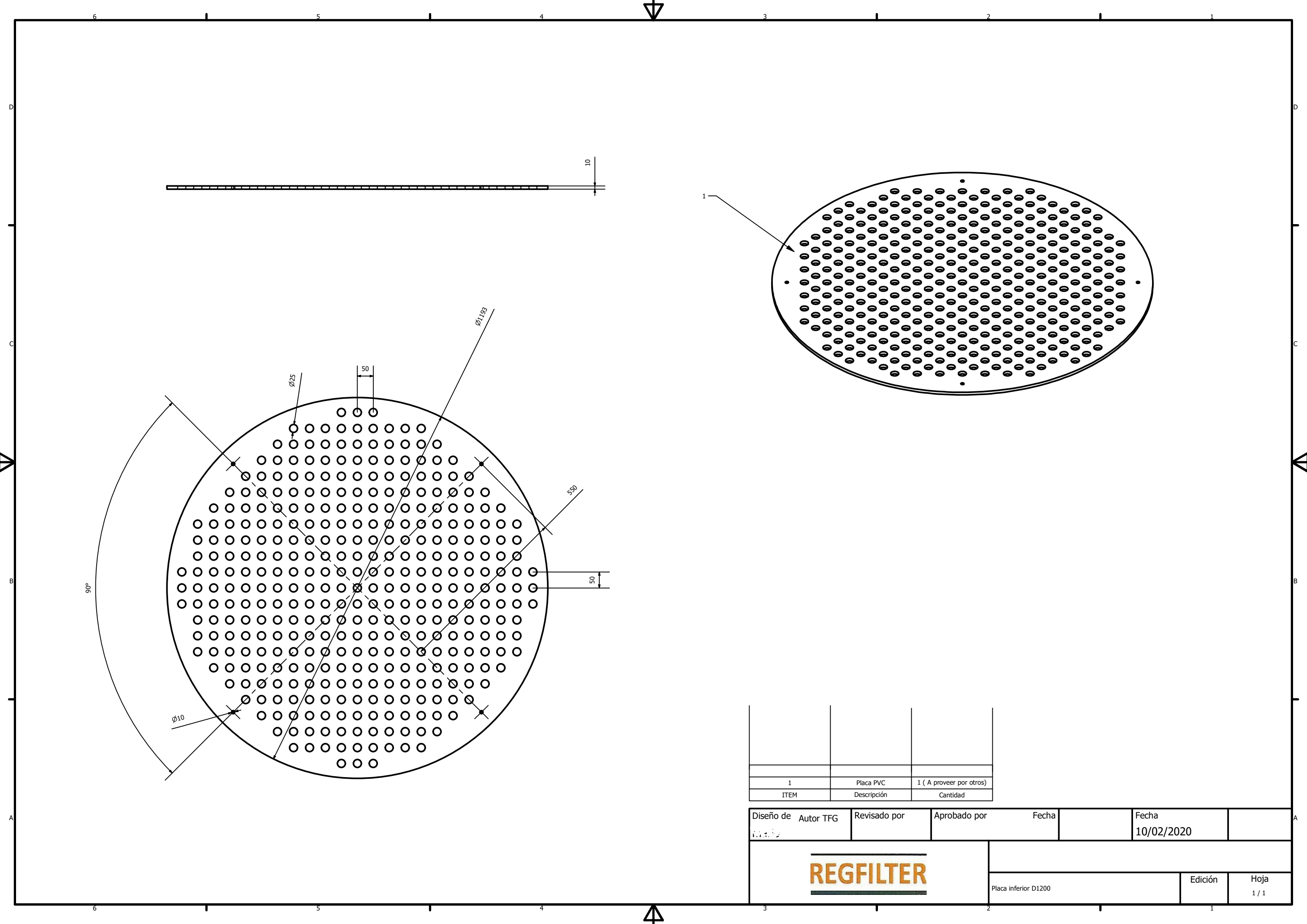


A



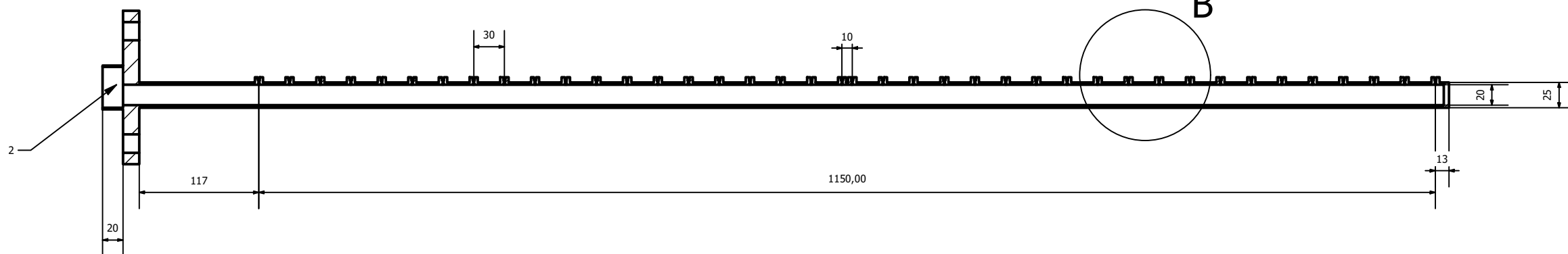
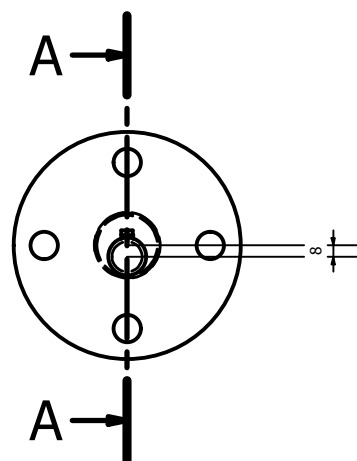
2	Placa PRFV	1 ( A proveer por otros)
1	Agujeros	920
ITEM	Descripción	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	03/02/2020	
REGFILTER				Placa D1200				Edición
				Hoja				1 / 1

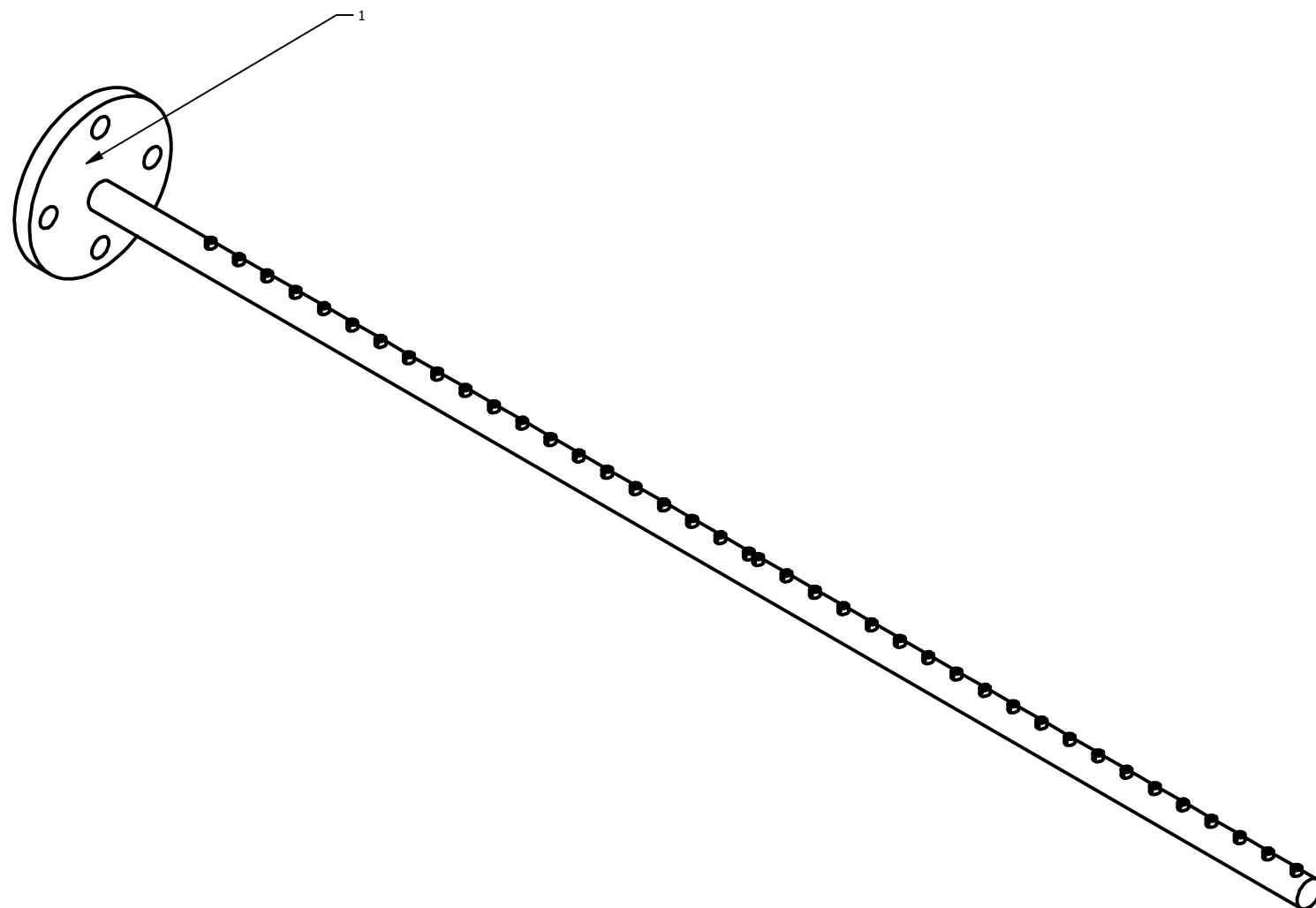
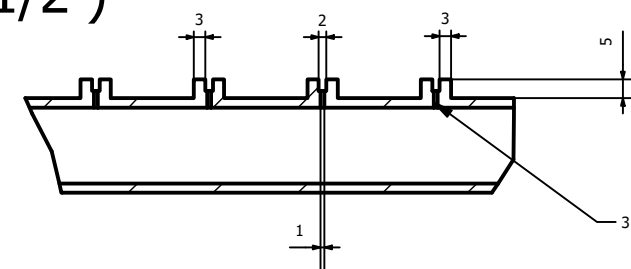


1	Placa PVC	1 ( A proveer por otros)
ITEM	Descripción	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
M. A. S.						10/02/2020	
				Placa inferior D1200		Edición	Hoja 1 / 1

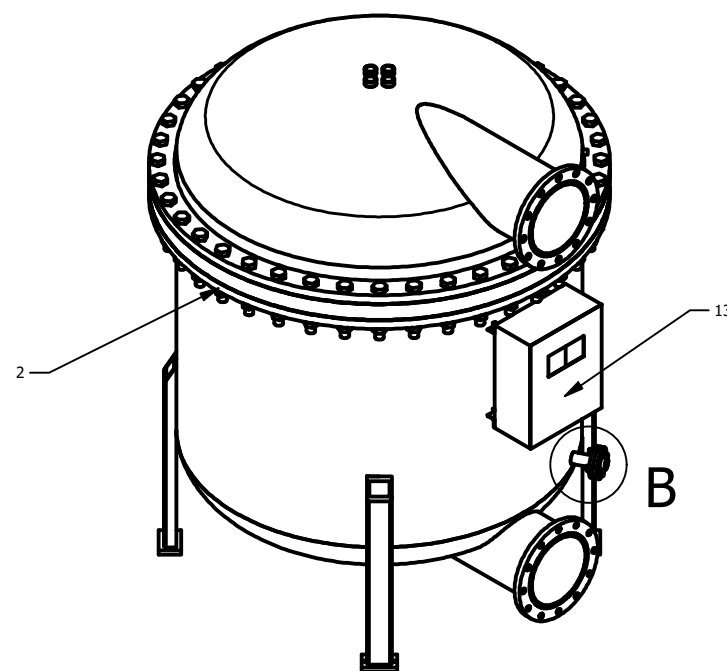
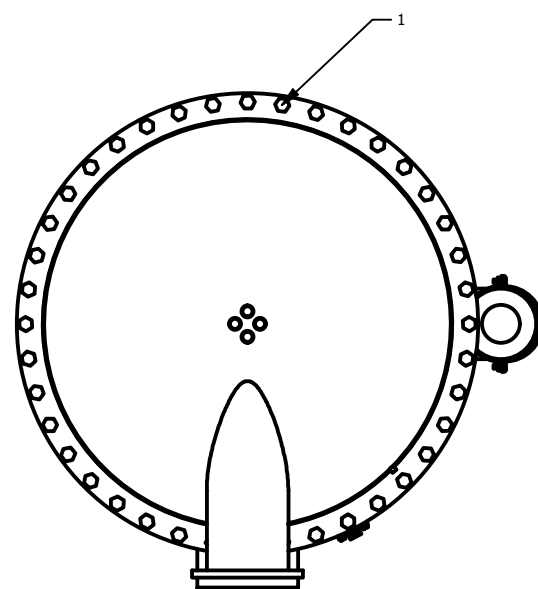
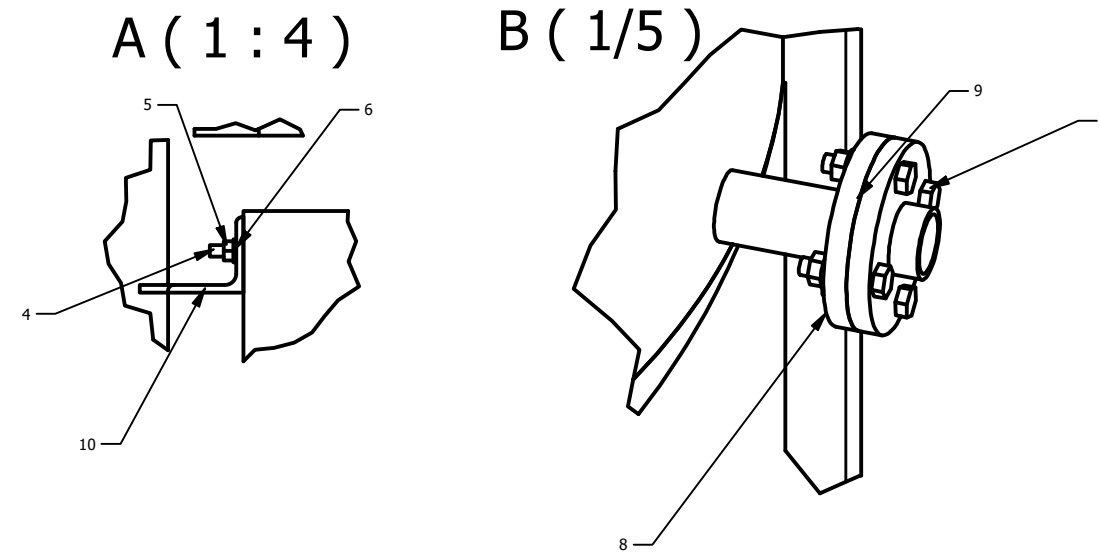
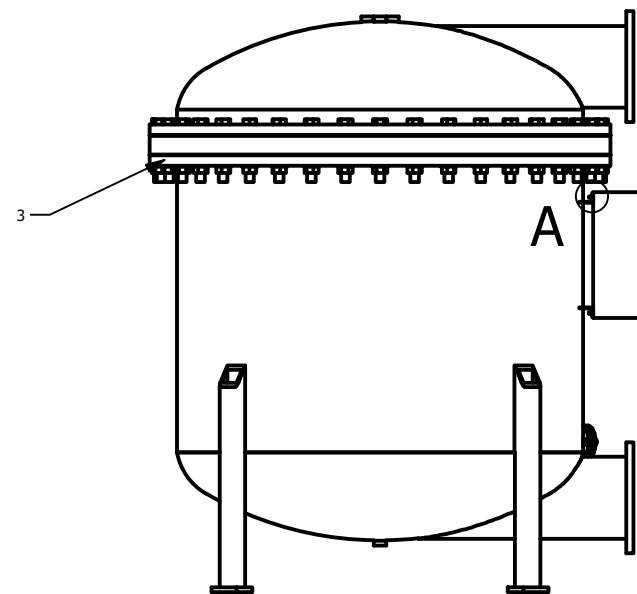


B ( 1/2 )




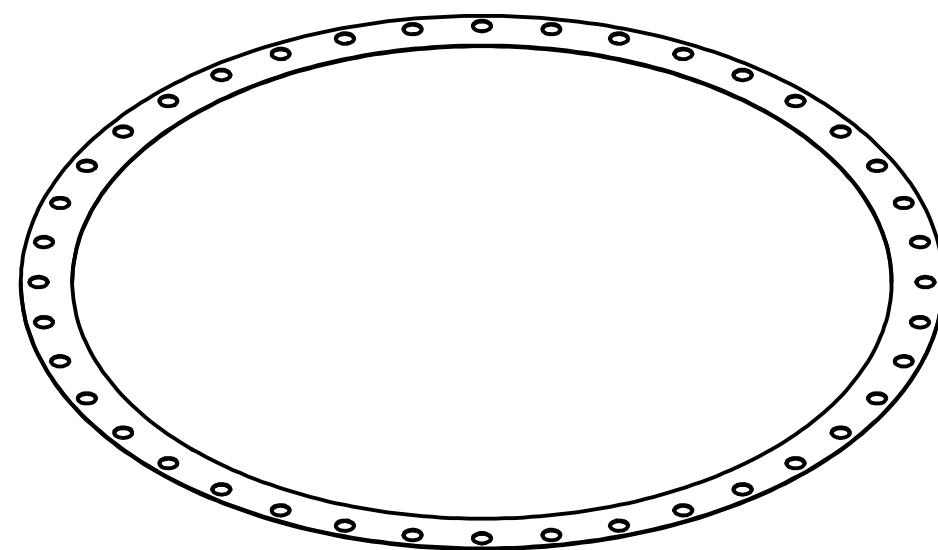
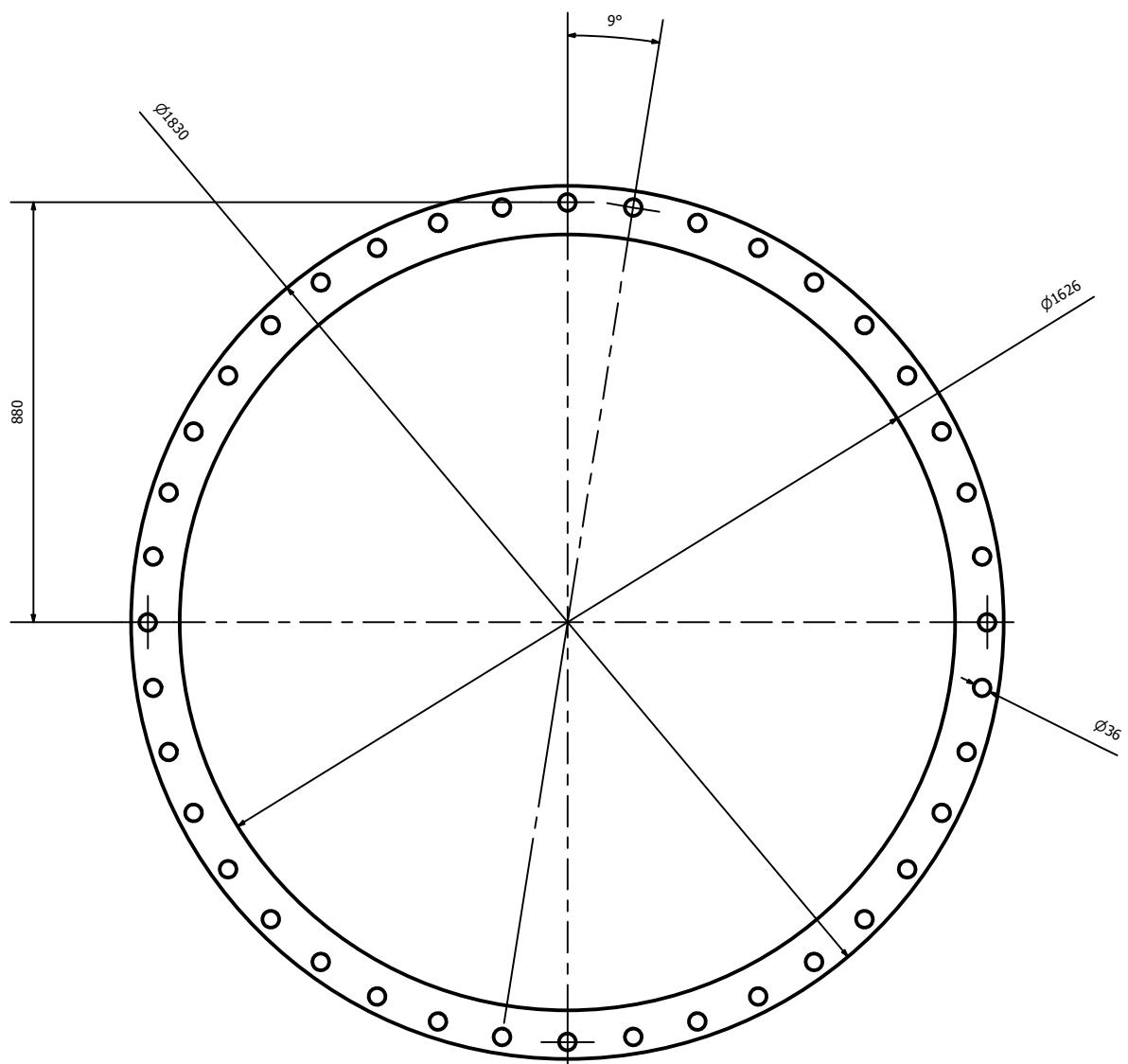
3	Tubo Roscado	DIN 259 1/4"	38
2	Tubo Roscado	DIN 2527 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
1	Brida ciega Dn 40	DIN 2527	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
						28/01/2020	
<b>REGFILTER</b>							
				Pulverizador D 1200		Edición	Hoja 1 / 1



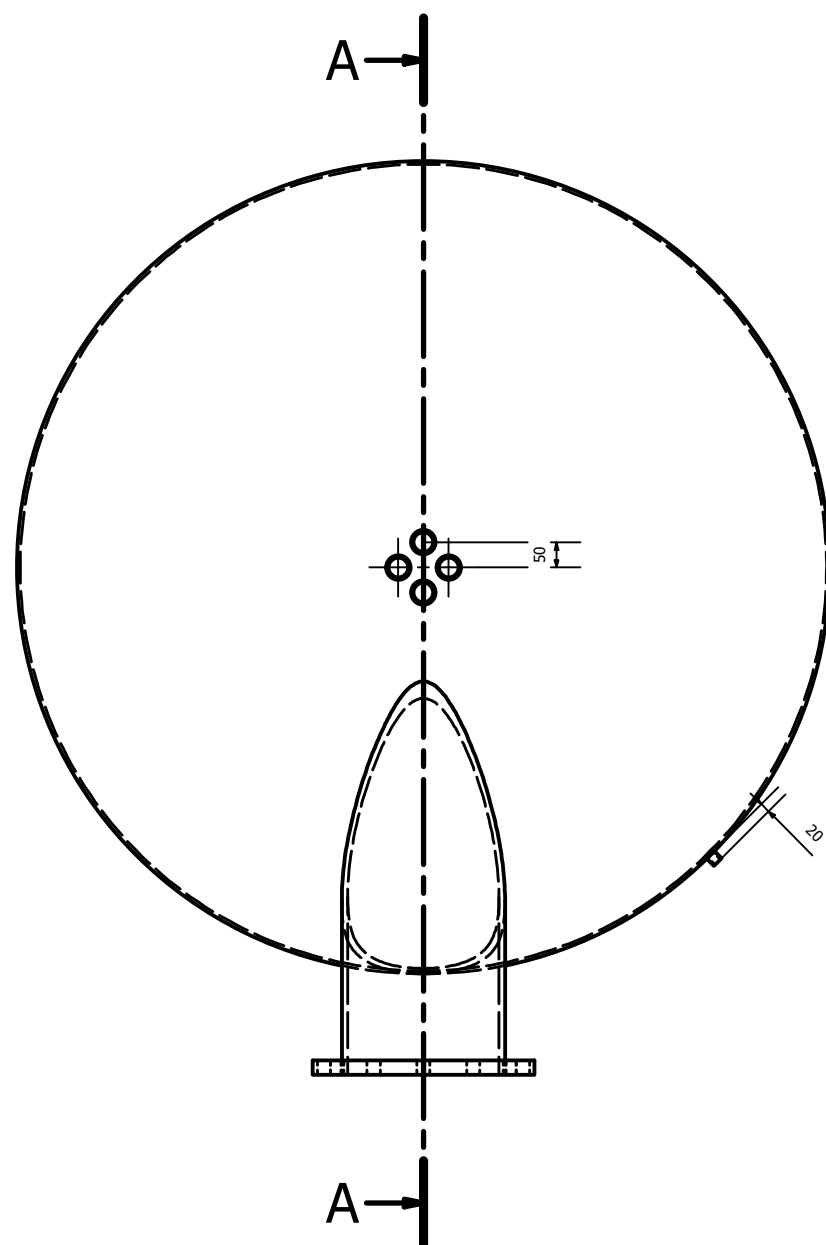
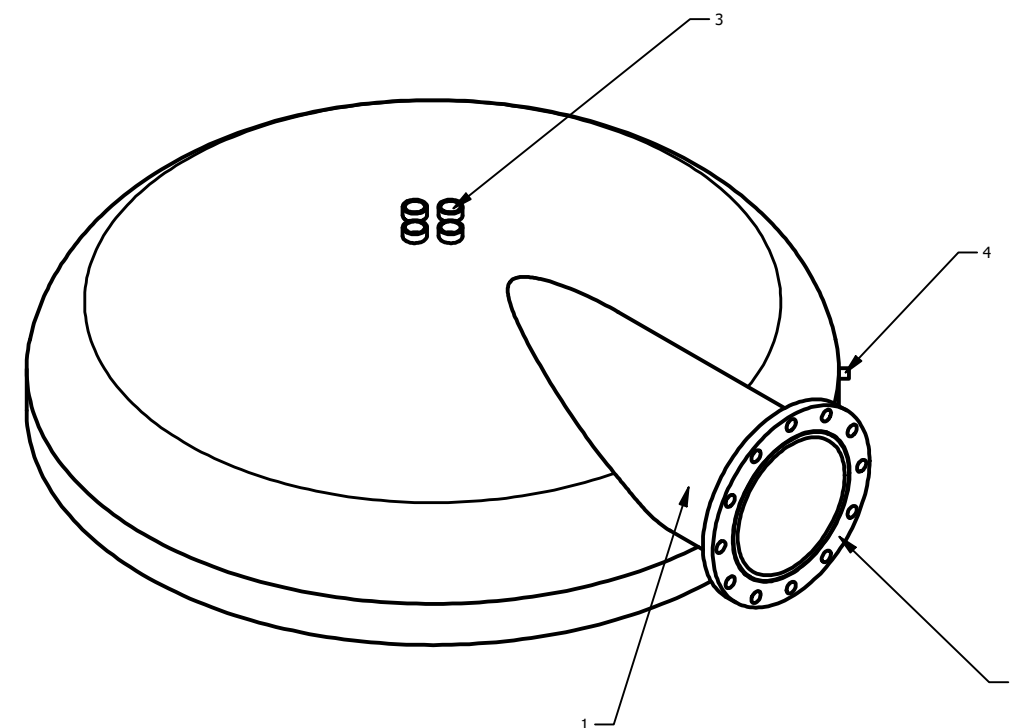
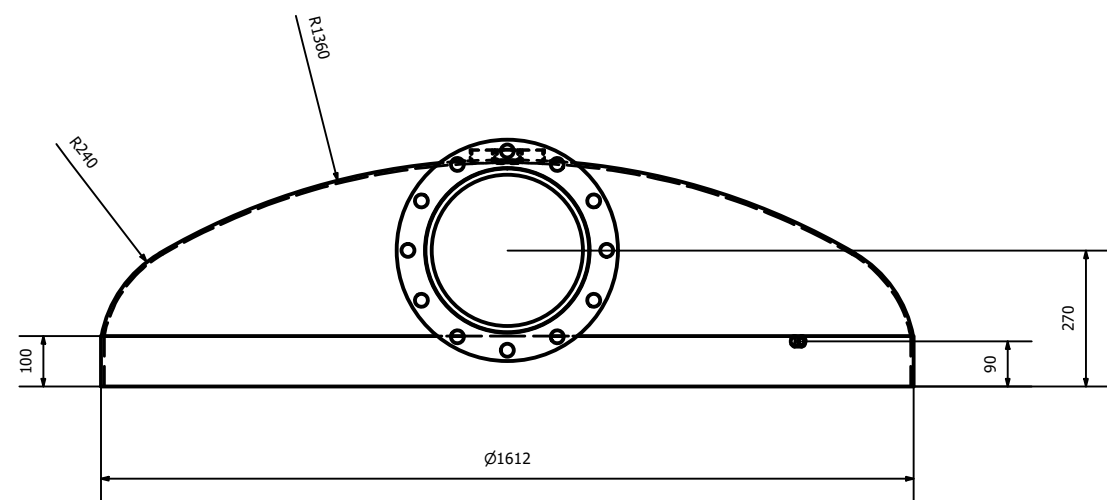
14	Placa superior	Plano	1
13	Cuadro Eléctrico	Código E COR4-520X	1
12	Junta	Plano	2
11	Brida	Plano	2
10	Angulares de alas iguales	Perfil L40	2
9	Arandela M12	DIN 127	4
8	Tuerca M12	DIN 601	4
7	Tornillo M12	DIN 601	4
6	Arandela M6	DIN 127	4
5	Tuerca M6	DIN 601	4
4	Tornillo M6	DIN 601	4
3	Arandela M33	DIN 127	40
2	Tuerca M33	DIN 601	40
1	Tornillo M33	DIN 601	40
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	12/02/2020
<div></div>							
				Ensamblaje Final D1600			

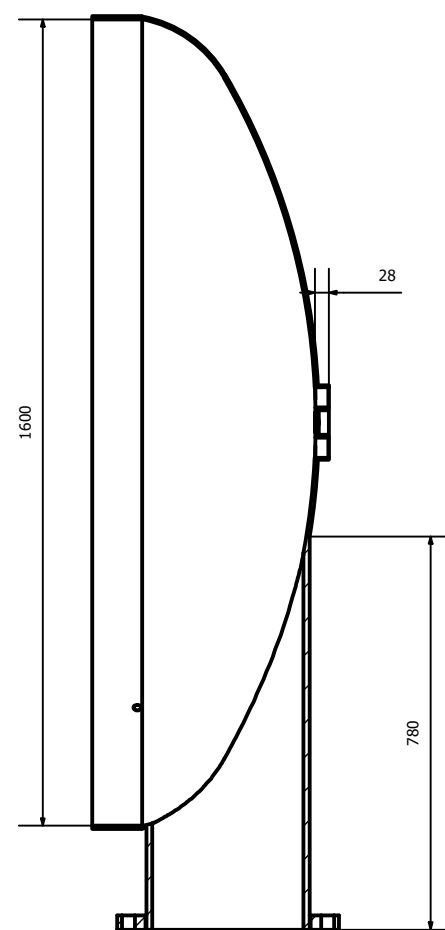


NBR	Negro	2mm
Material	Color	Espesor

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
					03/02/2020	
			Junta D1600		Edición	Hoja 1 / 1

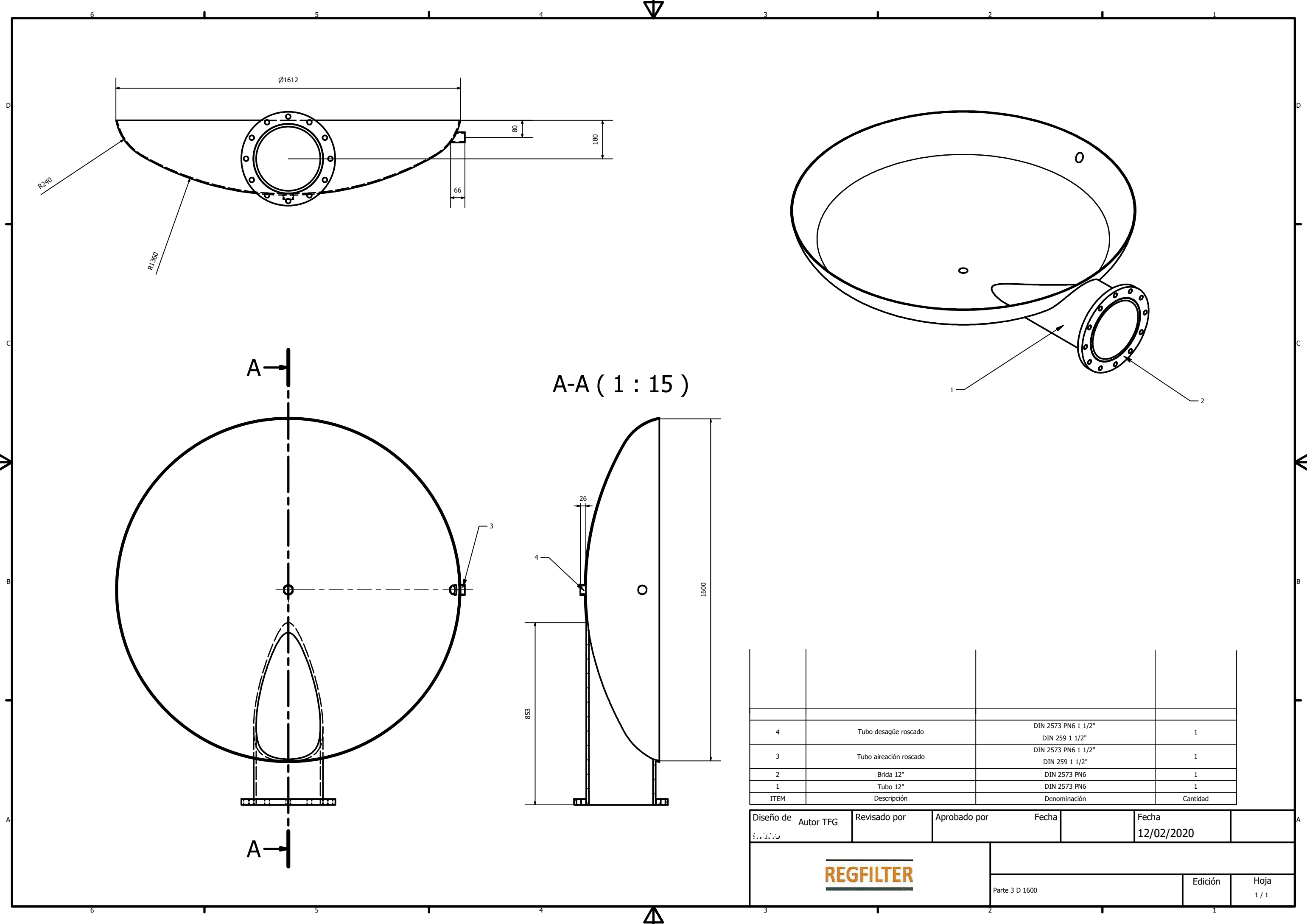


A-A ( 1 : 15 )



ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
4	Tubo roscado Manómetro	DIN 2573 PN6 1/2" DIN 259 1/2"	1
3	Tubo roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	4
2	Brida 12"	DIN 2573 PN6	1
1	Tubo 12"	DIN 2573 PN6	1

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				12/02/2020	
REGFILTER			Parte 1 D 1600		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	



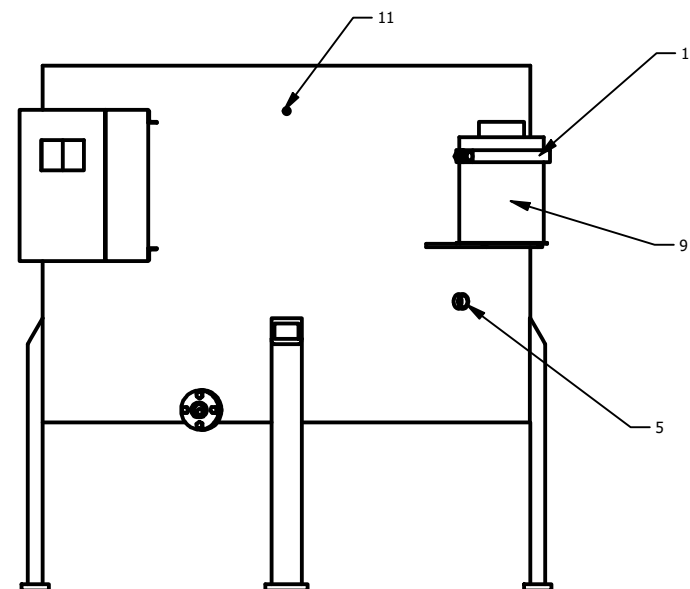
A-A ( 1 : 15 )

4	Tubo desagüe roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
3	Tubo aireación roscado	DIN 2573 PN6 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
2	Brida 12"	DIN 2573 PN6	1
1	Tubo 12"	DIN 2573 PN6	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

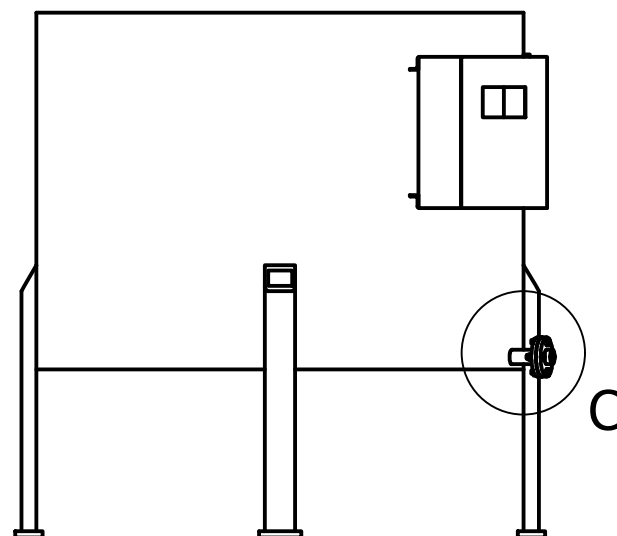
Diseño de REGFILTER	Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	12/02/2020	
------------------------	-----------	--------------	--------------	-------	--	-------	------------	--

REGFILTER							
Parte 3 D 1600						Edición	Hoja 1 / 1

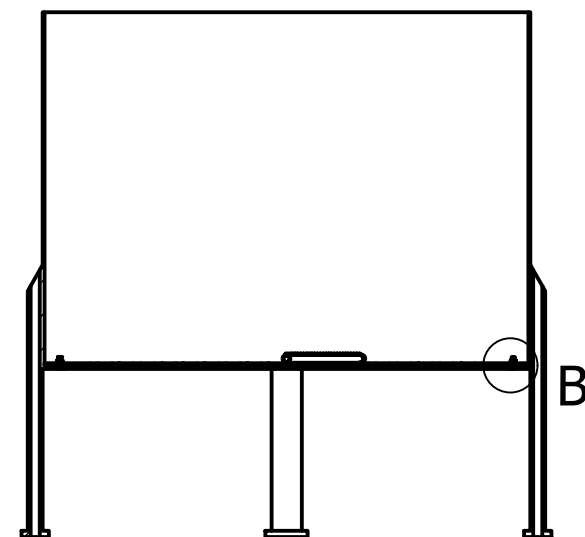




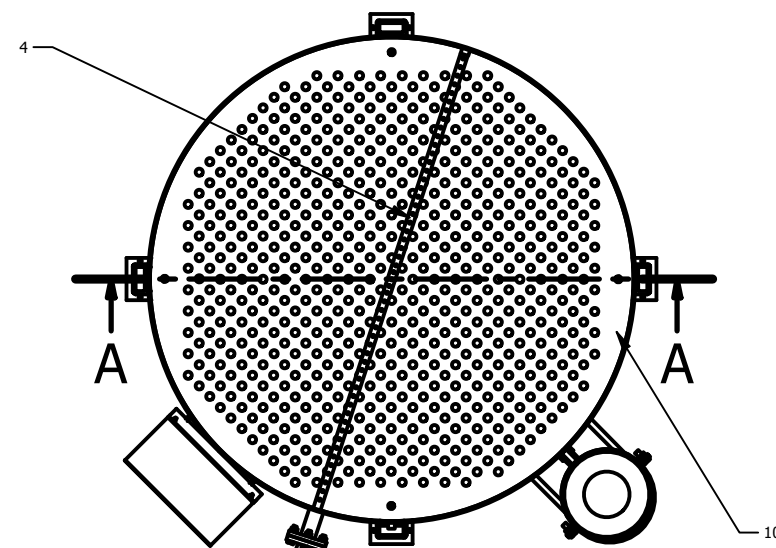
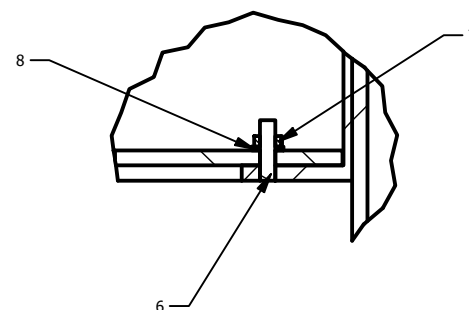
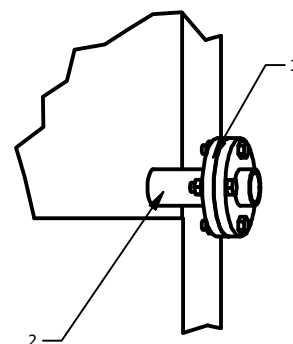
A-A ( 1 : 25 )



C ( 1/10 )



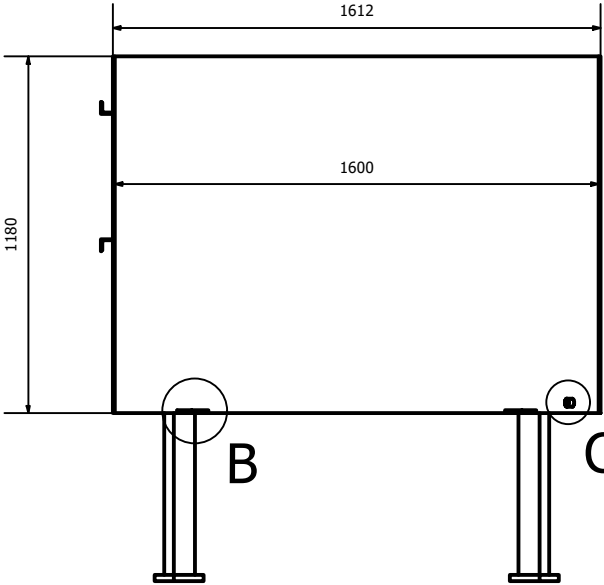
B ( 1/5 )



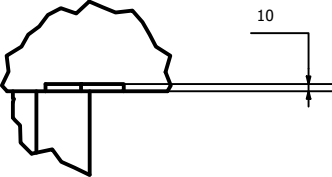
11	Tubo roscado Manómetro	DIN 2573 1/2" DIN 259 1/2"	1
10	Placa inferior	Plano	1
9	Aspirador	STAYER BC1200D	1
8	Arandela	DIN 127 M10	4
7	Tuerca	DIN 601 M10	4
6	Varilla sujeción Placa inferior	DIN 601 M10	4
5	Tubo entrada perlita	DIN 2573 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
4	Pulverizador	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 1 1/2"	1
2	Tubo	DIN 2573 1 1/2"	1
1	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 2206 8 289	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
13/02/2020				13/02/2020	
REGFILTER			Parte intermedia 1 de 1		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	

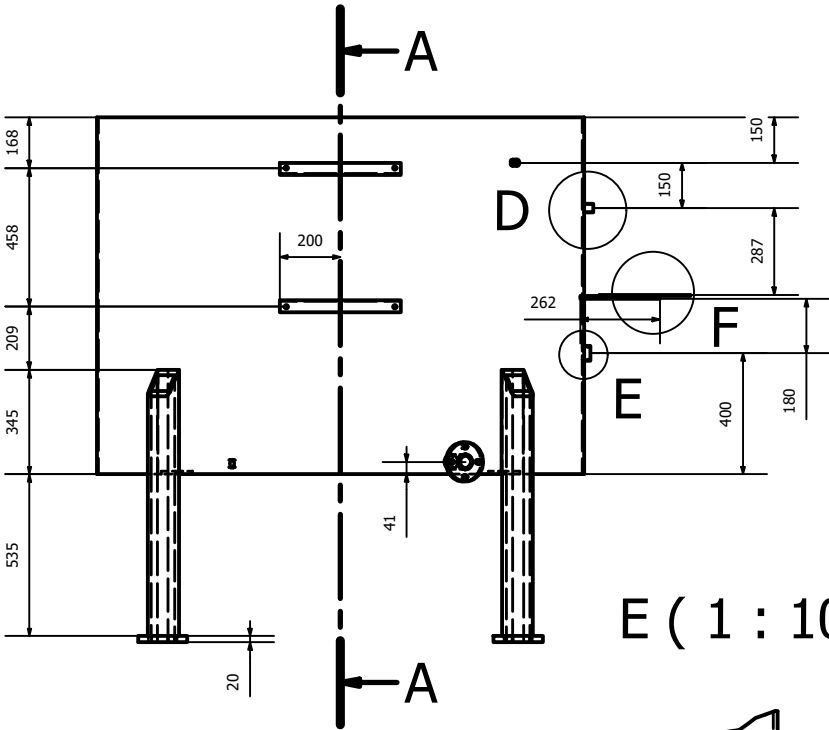
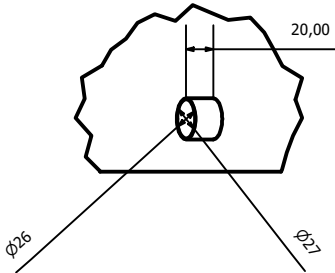
A-A ( 1 : 25 )



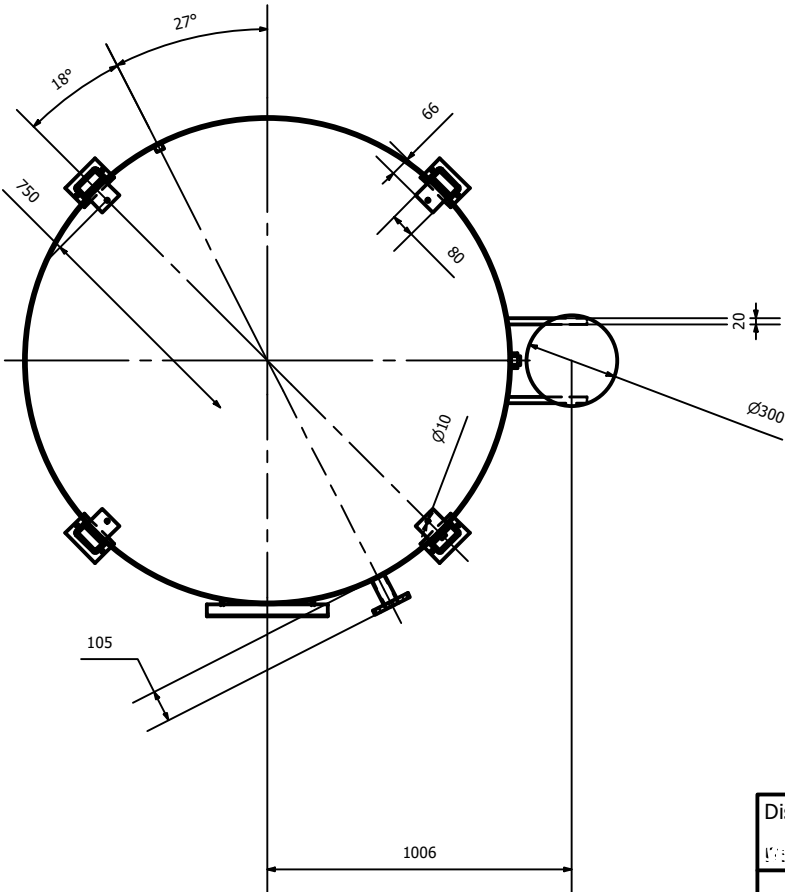
B ( 1 : 10 )



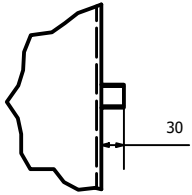
C ( 1 : 5 )



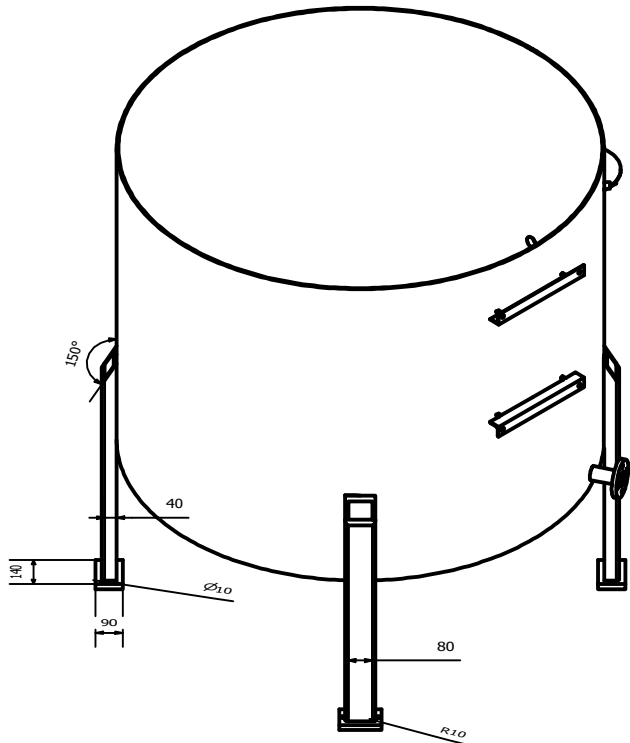
E ( 1 : 10 )



D ( 1 : 10 )

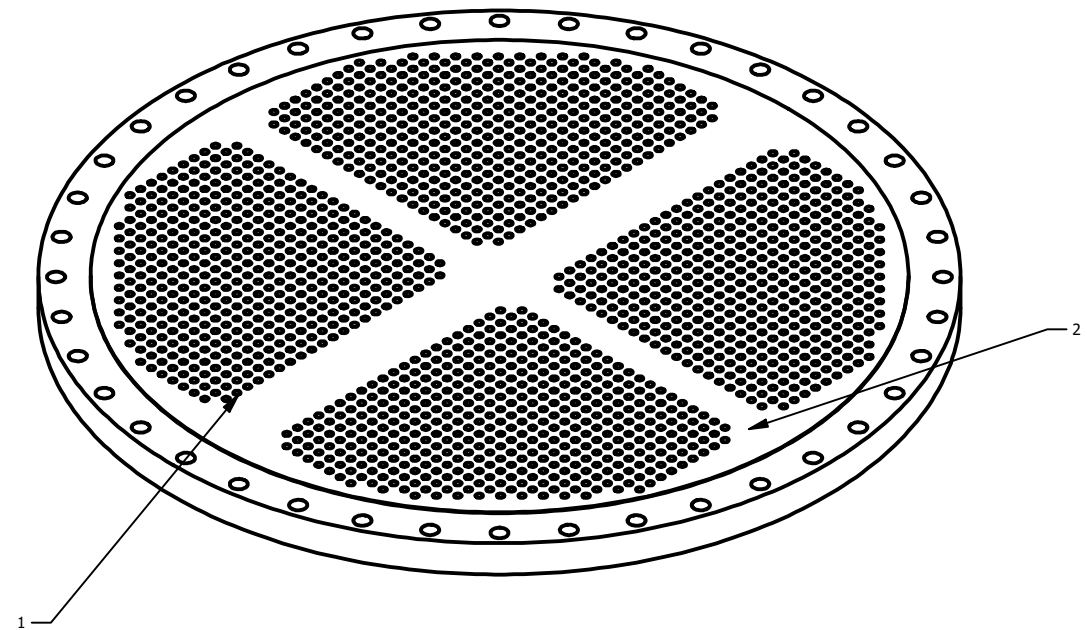
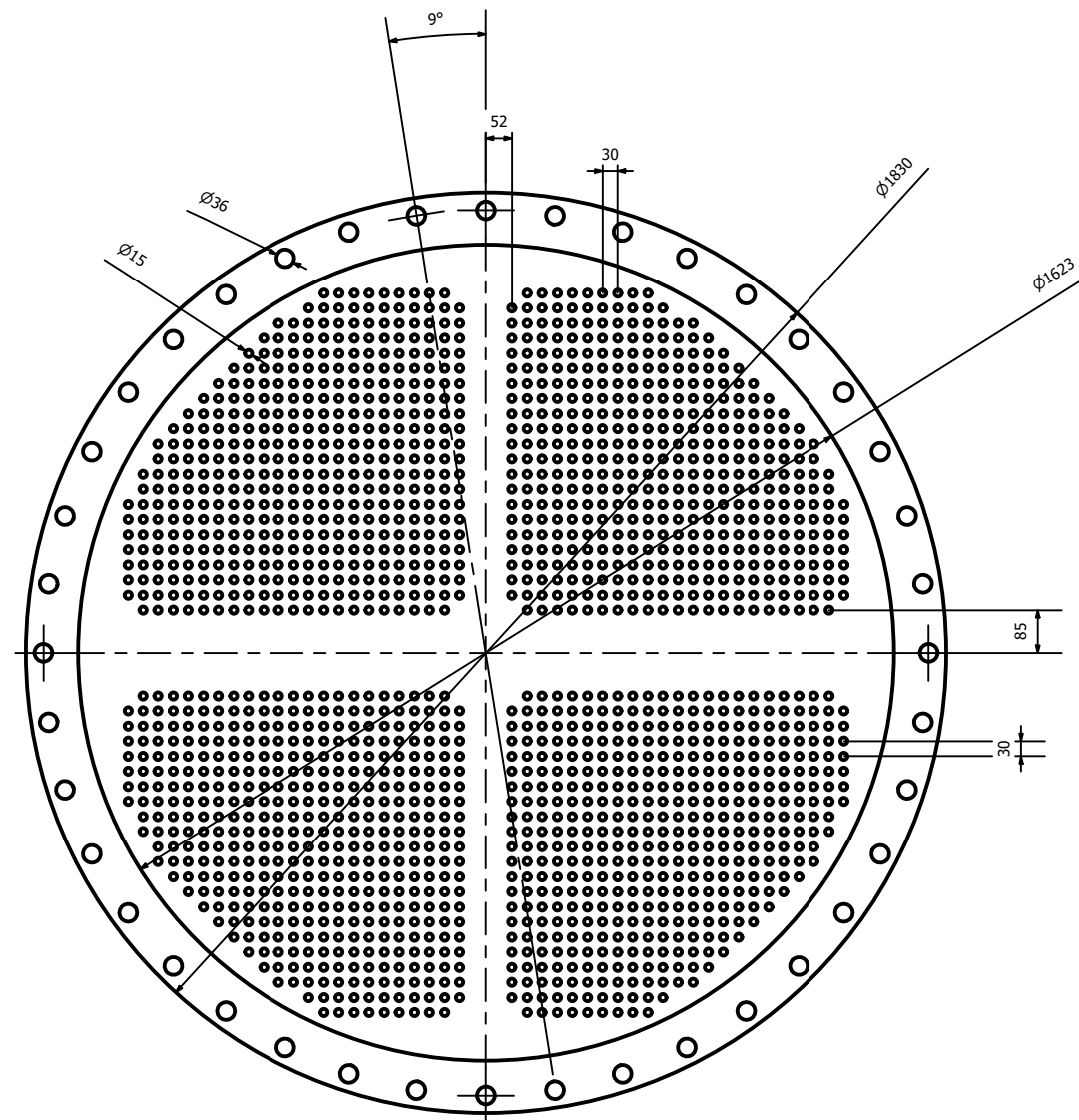
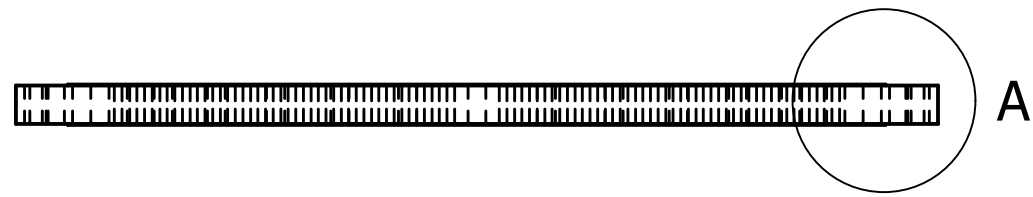


F ( 1 : 5 )




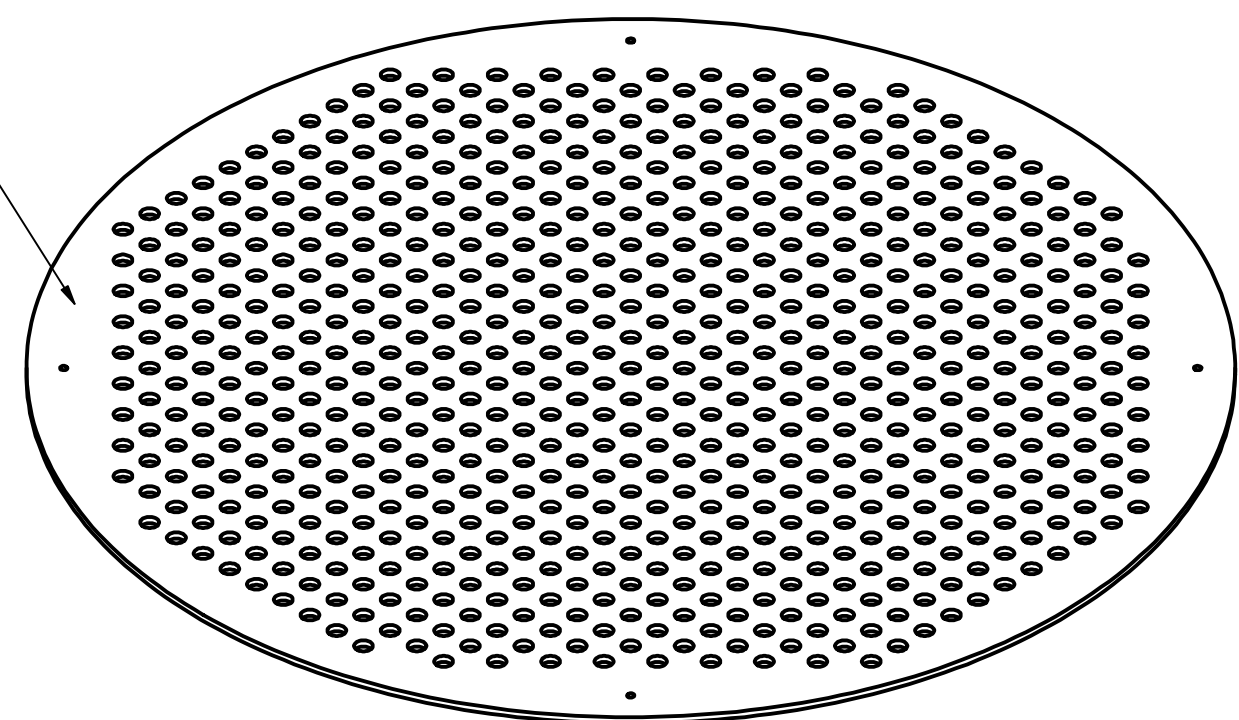
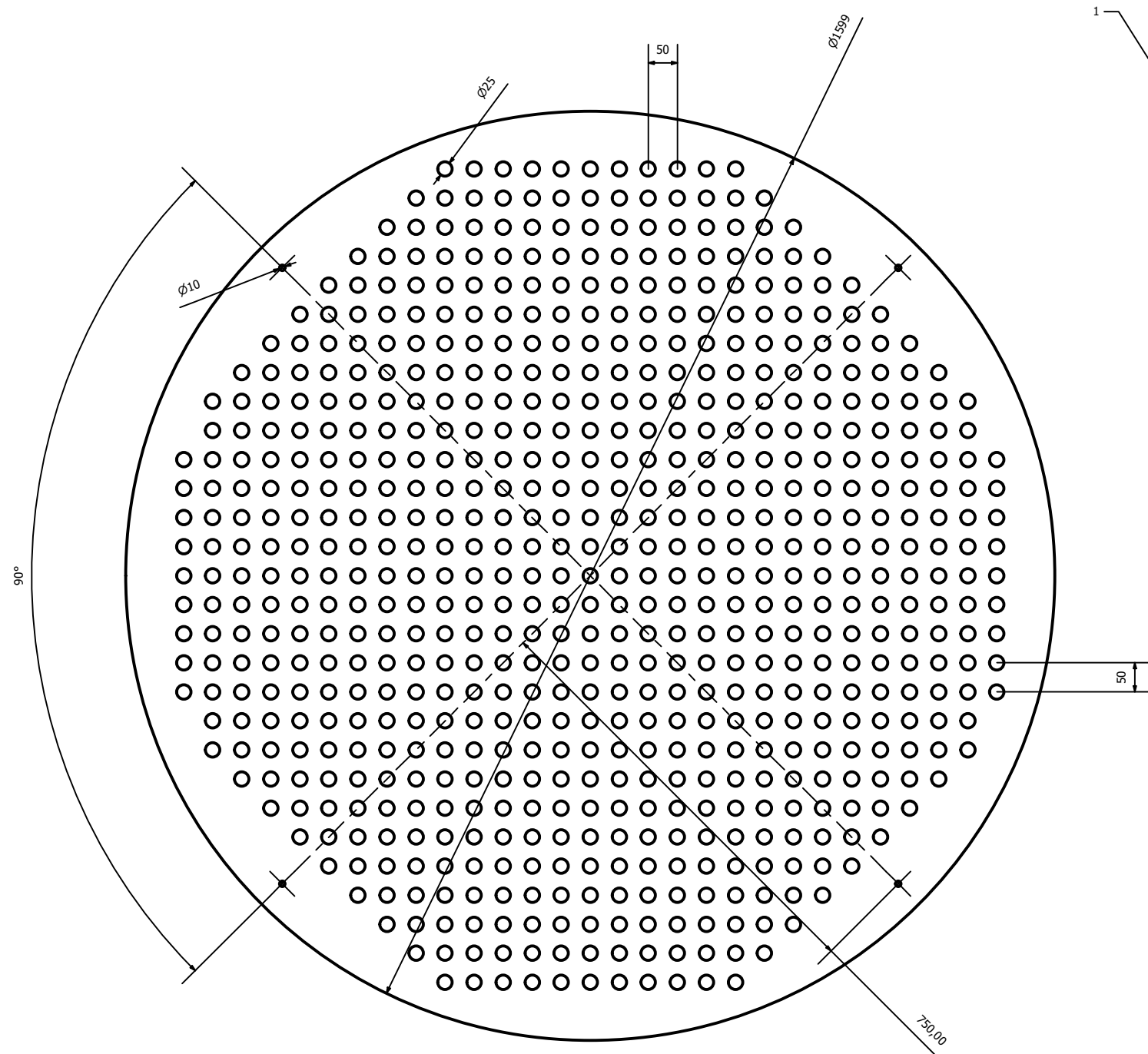
1	Barra	M30	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
13/02/2020				13/02/2020	
REGFILTER			Parte intermedia 1 de 2		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	

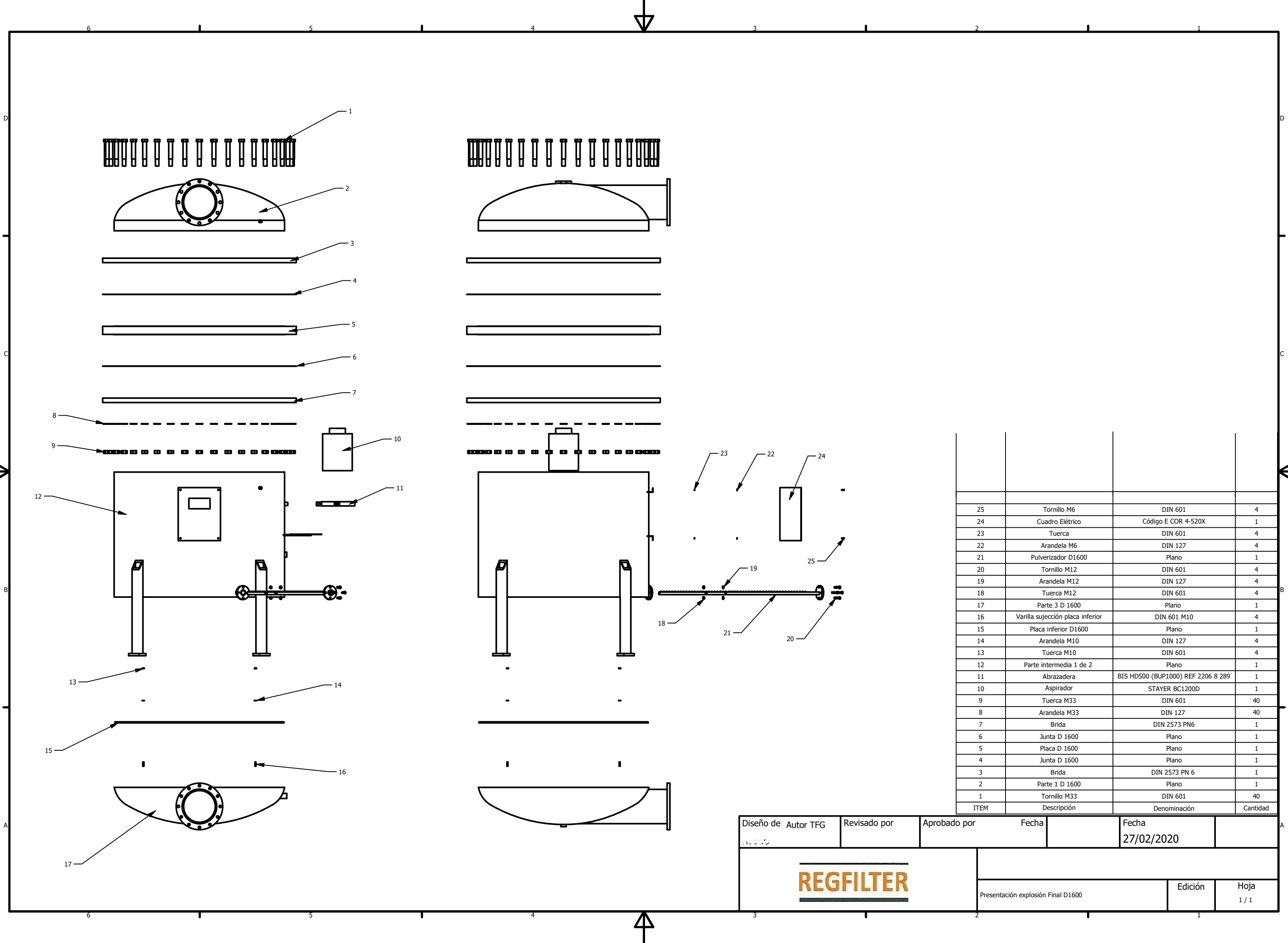


2	Placa PRFV	1
1	Agujeros	1680
ITEM	Descripción	Cantidad

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				03/02/2020	
					
			placa D1600	Edición	Hoja 1 / 1

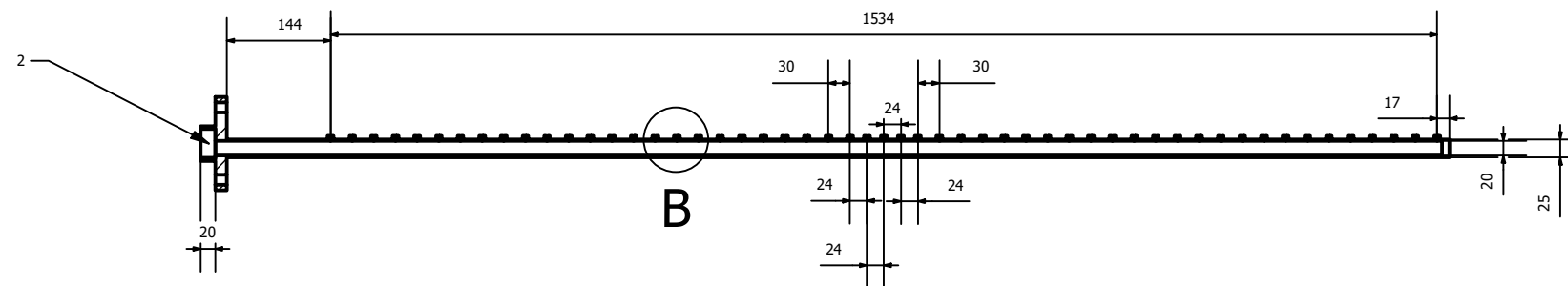
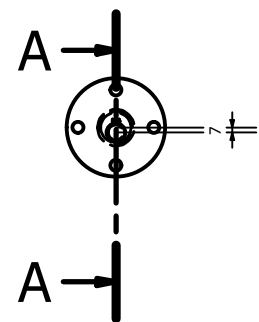


1	Placa PVC	1 ( A proveer por otros)			
ITEM	Descripción	Cantidad			
Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				10/02/2020	
			Placa inferior D1600		Edición
			Hoja		
			1 / 1		

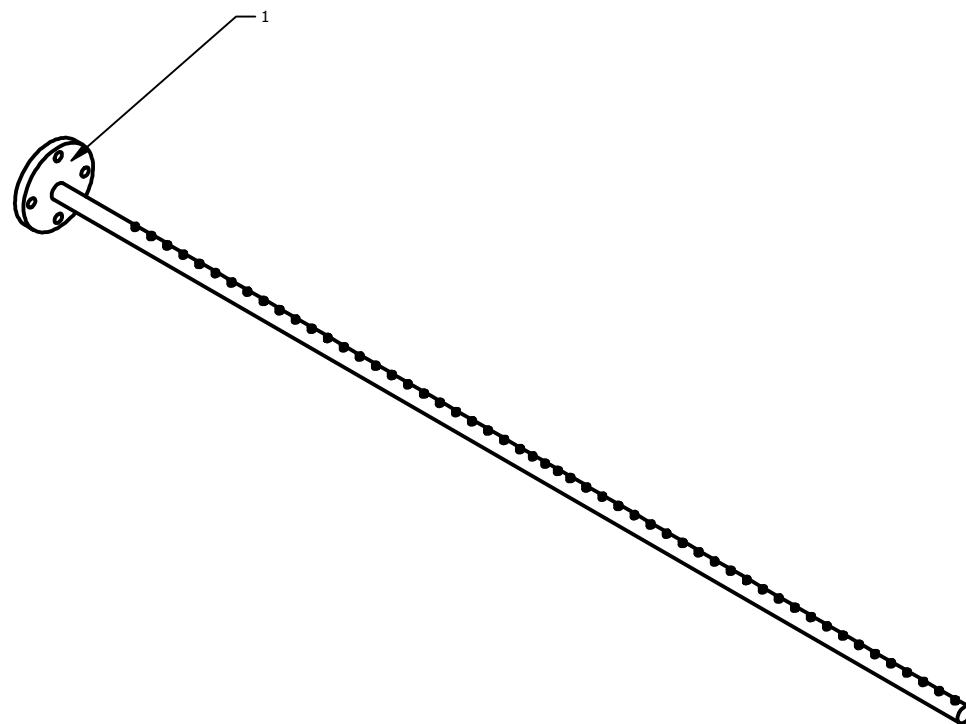
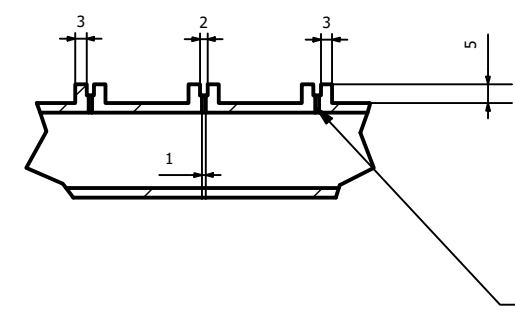


ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad
25	Tornillo M6	DIN 601	4
24	Cuadro Eléctrico	Código E COR 4-520X	1
23	Tuerca	DIN 601	4
22	Arandela M6	DIN 127	4
21	Pulverizador D1600	Plano	1
20	Tornillo M12	DIN 601	4
19	Arandela M12	DIN 127	4
18	Tuerca M12	DIN 601	4
17	Parte 3 D 1600	Plano	1
16	Varilla sujeción placa inferior	DIN 601 M10	4
15	Placa inferior D1600	Plano	1
14	Arandela M10	DIN 127	4
13	Tuerca M10	DIN 601	4
12	Parte intermedia 1 de 2	Plano	1
11	Abrazadera	BIS HD500 (BUP1000) REF 2206 8 289	1
10	Aspirador	STAYER BC1200D	1
9	Tuerca M33	DIN 601	40
8	Arandela M33	DIN 127	40
7	Brida	DIN 2573 PN6	1
6	Junta D 1600	Plano	1
5	Placa D 1600	Plano	1
4	Junta D 1600	Plano	1
3	Brida	DIN 2573 PN 6	1
2	Parte 1 D 1600	Plano	1
1	Tornillo M33	DIN 601	40

Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha		Fecha	
17.01.20					27/02/2020	
<div>REGFILTER</div>						
			Presentación explosión Final D1600		Edición	Hoja 1 / 1

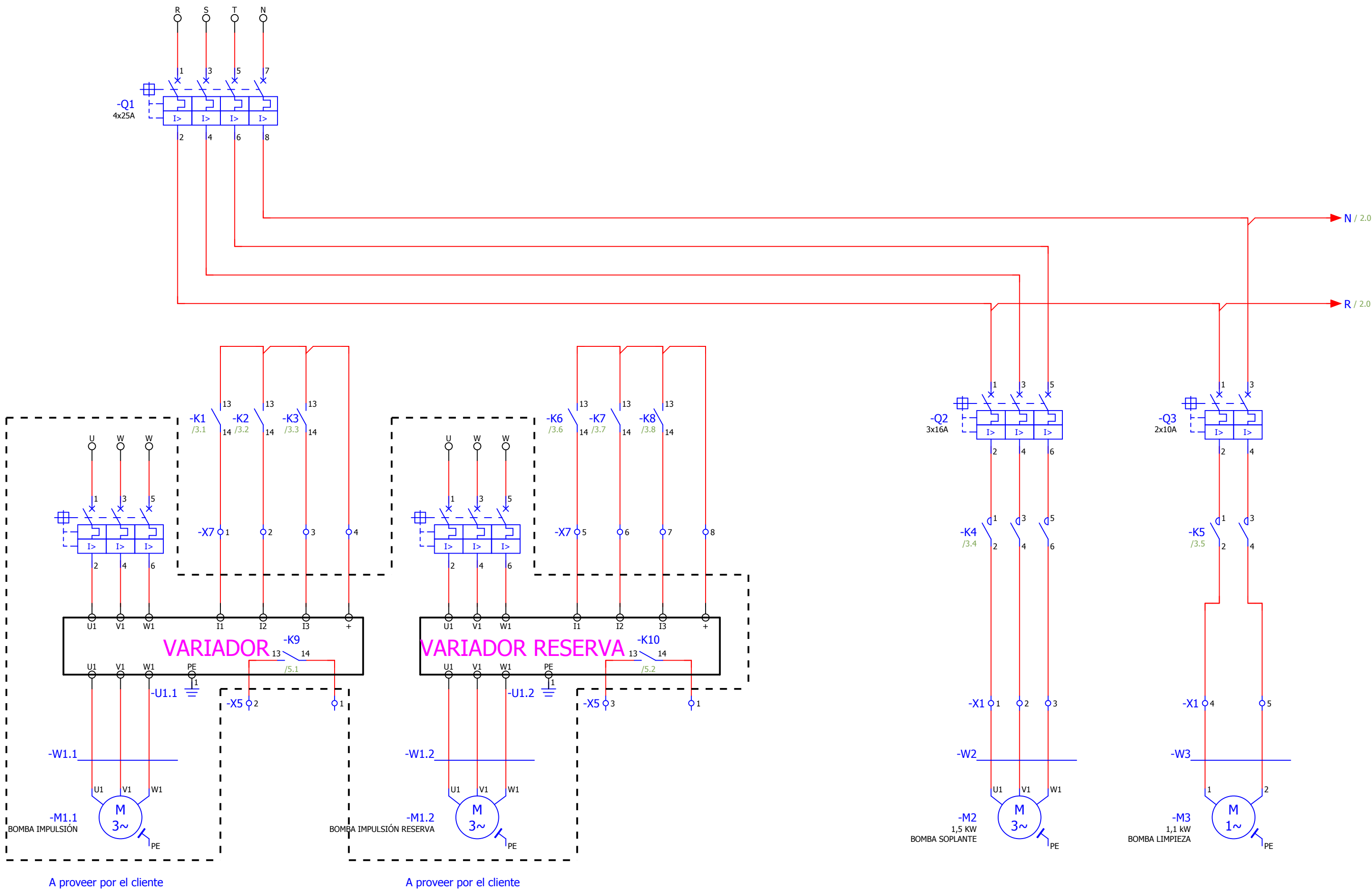


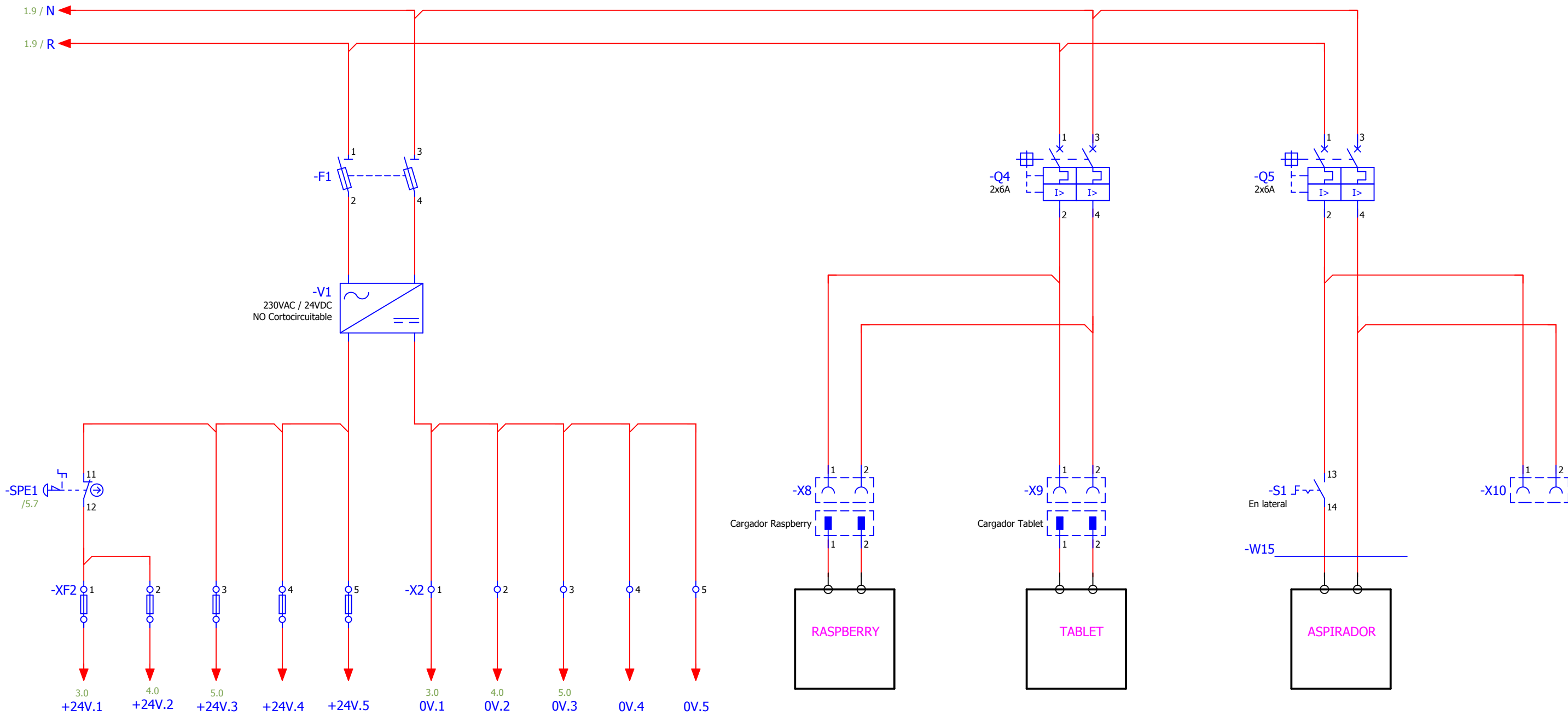
B ( 1 : 2 )



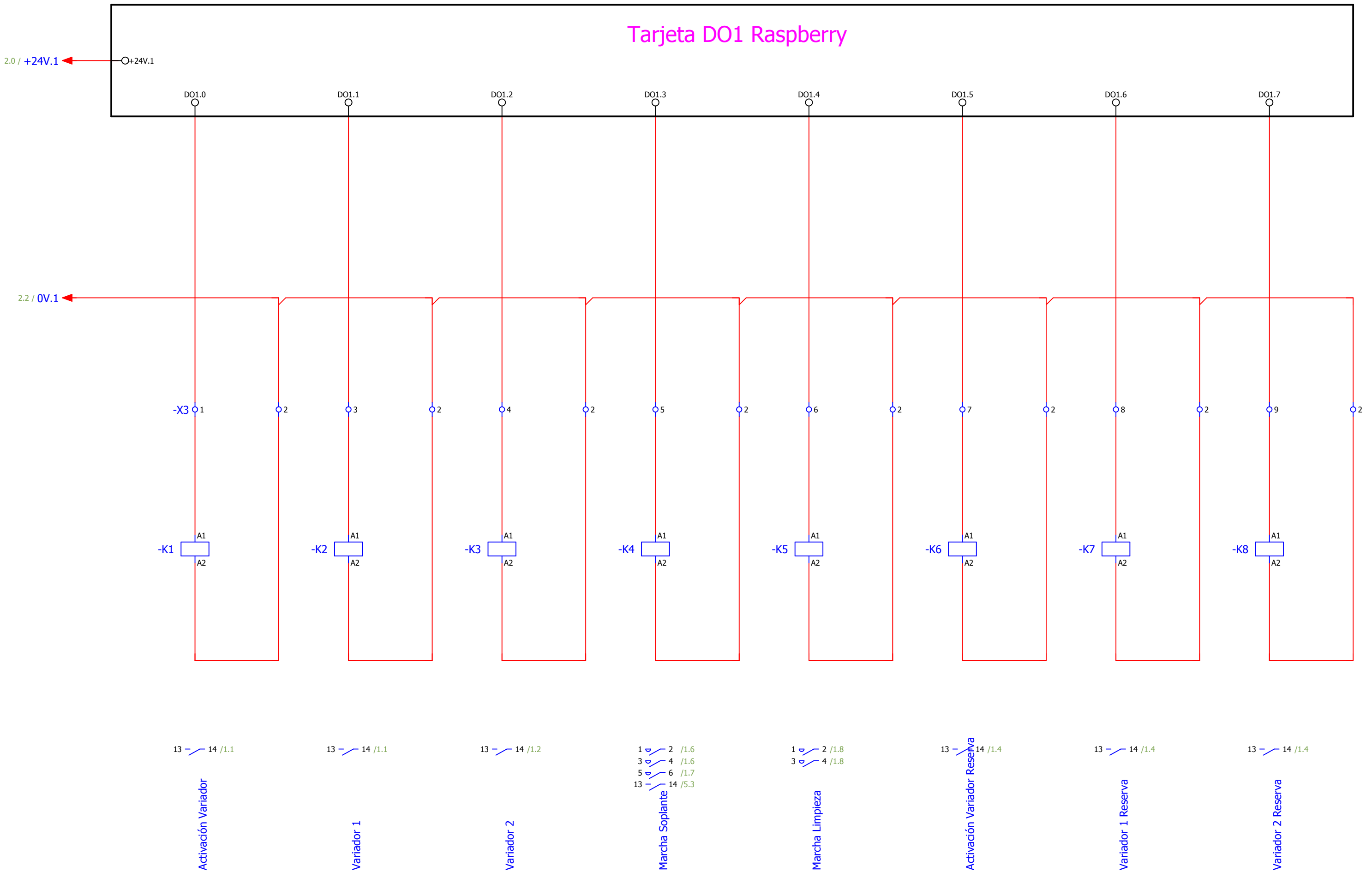
3	Tubo Roscado	DIN 259 1/4"	53
2	Tubo Roscado	DIN 2527 1 1/2" DIN 259 1 1/2"	1
1	Brida ciega DN 40	DIN 2527	1
ITEM	Descripción	Denominación	Cantidad

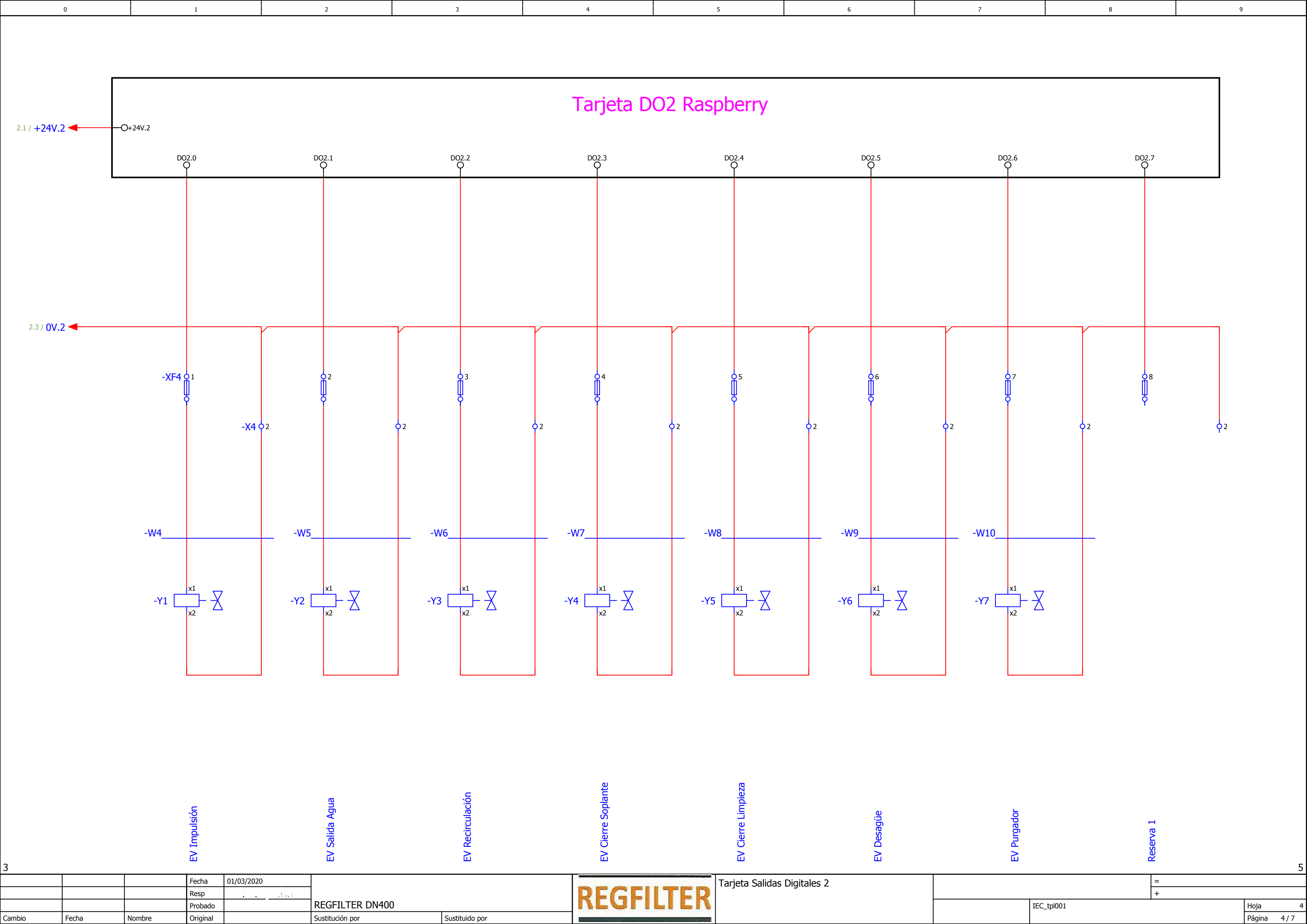
Diseño de Autor TFG	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				10/02/2020	
REGFILTER			Pulverizador DN1600		
			Edición	Hoja	
				1 / 1	



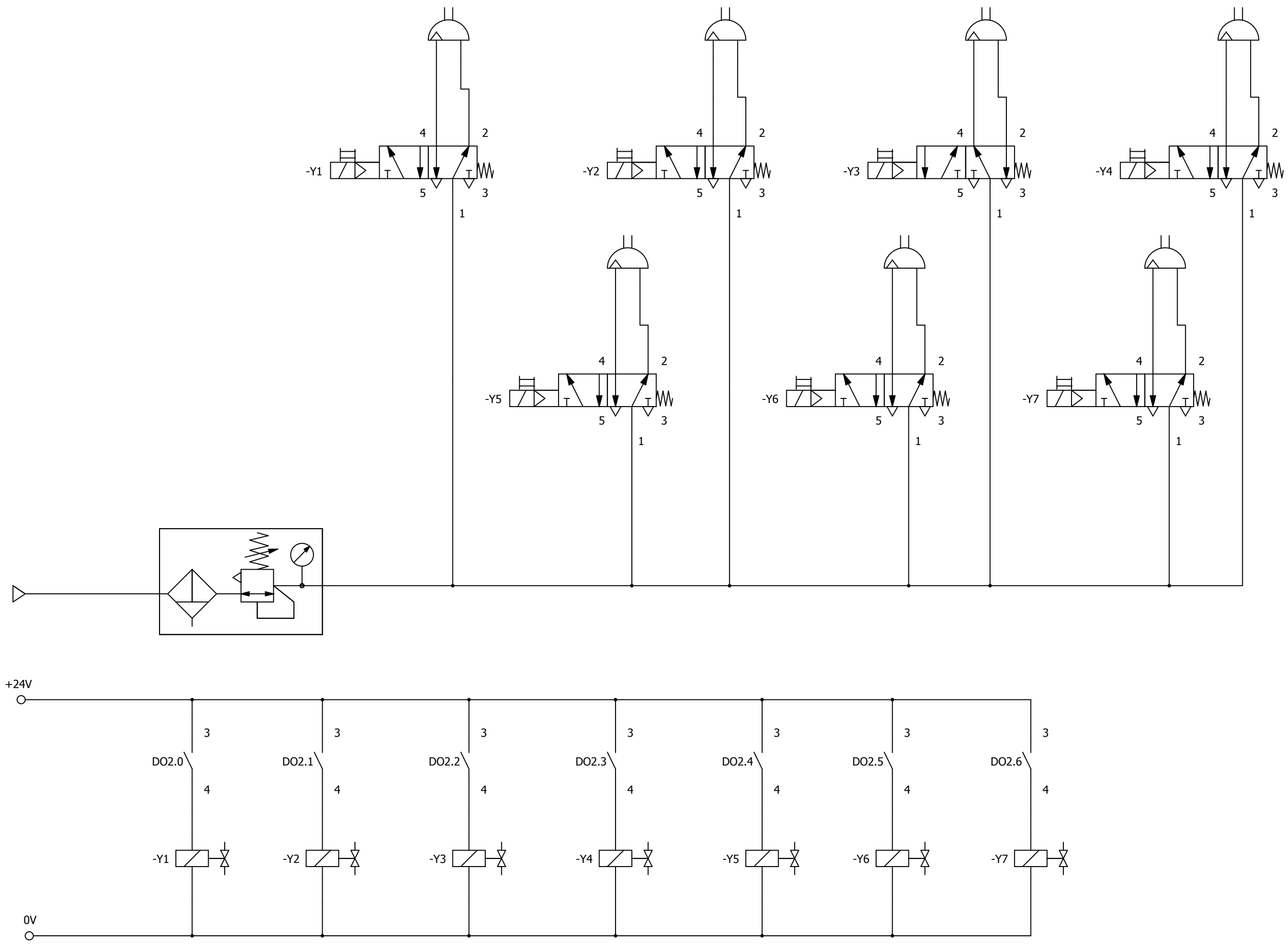












			Fecha	29/02/2020	REGFILTER DN400		Esquema Neumático	=	
			Resp					+	
			Probado						
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustitución por	Sustituido por		IEC_tpI001	Hoja 6
									Página 6 / 7

